GRAY

Anatomía para estudiantes

Richard L. Drake
Wayne Vogl
Adam W. M. Mitchell

acceso electrónico + extras interactivos
studentconsult.com

ELSEVIER

CHURCHILL LIVINGSTONE

GRAY

Anatomía para estudiantes

Richard L. Drake, PhD
Director of Anatomy
Professor of Surgery
Cleveland Clinic Lerner College of Medicine of Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio
USA

Wayne Vogl, PhD
Professor of Anatomy & Cell Biology
Director of Gross Anatomy
Department of Anatomy & Cell Biology
University of British Columbia Faculty of Medicine
Vancouver, British Columbia
Canada

Adam W. M. Mitchell, MBBS, FRCS, FRCR
Consultant Radiologist
Department of Imaging
Charing Cross Hospital
London
UK
y
Honorary Senior Lecturer
Imperial College of Science, Technology & Medicine
London
UK

Ilustraciones realizadas por
Richard Tibbitts y **Paul Richardson**

GRAY

Anatomía para estudiantes

Richard L. Drake
Wayne Vogl
Adam W. M. Mitchell

ELSEVIER

Madrid - Barcelona - Amsterdam - Boston - Filadelfia
Londres - Orlando - París - Roma - Sídney - Tokio - Toronto

Es una publicación

ELSEVIER

Versión en español de la 1.ª edición de la obra original en inglés
Anatomy for Students
Copyright © MMV, Elsevier Inc., an Elsevier Imprint

Revisión:

Dr. Ángel Peña Melián
Profesor Titular de Anatomía
Universidad Complutense de Madrid

Dra. Juliana Pérez de Miguelsanz
Profesora Titular de Anatomía
Universidad Complutense de Madrid

© 2005 Elsevier España, S.A.
Génova, 17 - 3.º
28004 Madrid. España.
An Elsevier Imprint

Fotocopiar es un delito. (Art. 270 C. P.)
Para que existan libros es necesario el trabajo de un importante colectivo (autores, traductores, dibujantes, correctores, impresores, editores...). El principal beneficiario de ese esfuerzo es el lector que aprovecha su contenido. Quien fotocopia un libro, en las circunstancias previstas por la ley, delinque y contribuye a la «no» existencia de nuevas ediciones. Además, a corto plazo, encarece el precio de las ya existentes.
Este libro está legalmente protegido por los derechos de propiedad intelectual. Cualquier uso, fuera de los límites establecidos por la legislación vigente, sin el consentimiento del editor, es ilegal. Esto se aplica en particular a la reproducción, fotocopia, traducción, grabación o cualquier otro sistema de recuperación de almacenaje de información.

Traducción y producción editorial: Diorki Servicios Integrales de Edición
ISBN edición original: 0-443-06612-4
ISBN edición española: 84-8174-832-3

ADVERTENCIA

La medicina es un área en constante evolución. Aunque deben seguirse unas precauciones de seguridad estándar, a medida que aumenten nuestros conocimientos gracias a la investigación básica y clínica habrá que introducir cambios en los tratamientos y en los fármacos. En consecuencia, se recomienda a los lectores que analicen los últimos datos aportados por los fabricantes sobre cada fármaco para comprobar la dosis recomendada, la vía y duración de la administración y las contraindicaciones. Es responsabilidad ineludible del médico determinar la dosis y el tratamiento más indicado para cada paciente en función de su experiencia y del conocimiento de cada caso concreto. Ni los editores ni los directores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del contenido de esta obra.

EL EDITOR

Índice de contenidos

Comité consultor editorial xviii
Agradecimientos xxii
Dedicatorias xxii
Acerca de este libro xxiii

1 Anatomía y técnicas de imagen

¿Qué es la anatomía? 2
¿Cómo se puede estudiar la anatomía macroscópica? 2
Términos anatómicos importantes 2
- La posición anatómica 2
- Planos anatómicos 4
- Términos para describir la localización 4

Técnicas de imagen 5
Técnicas de imagen diagnósticas 5
Radiografía simple 5
Ecografía 6
- Ecografía Doppler 6

Tomografía computarizada 7
Resonancia magnética 8
Medicina nuclear 8
Tomografía por emisión de positrones 9

Interpretación de las imágenes 9
Radiografía simple 9
- Radiografía de tórax 9
- Radiografía de abdomen 9
- Exploraciones gastrointestinales con contraste 10
- Estudios urológicos con contraste 10

Tomografía computarizada 10
Resonancia magnética 10
Medicina nuclear 10

La seguridad en la obtención de imágenes 11

2 La región dorsal del tronco

Conceptos generales 14
Descripción general 14
Funciones 15
- Soporte 15
- Movimiento 15
- Protección de los sistemas nerviosos central y periférico 16

Componentes 17
- Huesos 17
  - Una vértebra típica 17
- Músculos 18
- Canal vertebral 20
- Nervios espinales 21
- Dermatomas y miotomas 21

Relación con otras regiones 22
- Cabeza 22
- Tórax, abdomen y pelvis 22
- Miembros 22

Aspectos clave 24
- Columna vertebral larga y médula espinal corta 24
- Agujeros intervertebrales y nervios espinales 24
- Inervación de la región dorsal del tronco 24

Anatomía regional 26
Marco esquelético 26
- Vértebras 26
  - Vértebra típica 27
  - Vértebras cervicales 31
  - Vértebras torácicas 33
  - Vértebras lumbares 33
  - Sacro 33
  - Cóccix 34
- Agujeros intervertebrales 34
- Espacios posteriores entre los arcos vertebrales 34

Articulaciones 38
- Articulaciones sinoviales 38
  - Descripciones de las articulaciones sinoviales en base a la forma y el movimiento 39
- Articulaciones sólidas 39

Articulaciones entre las vértebras en la región dorsal del tronco 41
Sínfisis entre los cuerpos vertebrales (discos intervertebrales) 41
Articulaciones entre arcos vertebrales (articulaciones cigapofisarias) 42
Ligamentos 43
Ligamentos longitudinales anterior y posterior 44
Ligamentos amarillos 44
Ligamento supraespinoso y ligamento nucal 45
Ligamentos interespinosos 45
Musculatura dorsal 47
Grupo superficial de los músculos dorsales 47
Trapecio 50
Dorsal ancho 51
Elevador de la escápula 51
Romboides mayor y romboides menor 52
Grupo intermedio de los músculos de la región dorsal del tronco 53
Grupo profundo de los músculos de la región dorsal del tronco 54
Fascia toracolumbar 55
Músculos espinotransversos 55
Músculos erectores de la columna 56
Músculos transversoespinosos 58
Músculos segmentarios 60
Músculos suboccipitales 60
Introducción al sistema nervioso 62
Sistema nervioso central 62
Encéfalo 62
Médula espinal 62
Disposición de las estructuras en el canal vertebral 68
Sistema nervioso periférico 69
Nervios espinales 69
Nomenclatura de los nervios espinales 70
Subdivisiones funcionales del SNC 72
Parte somática del sistema nervioso 72
Dermatomas 75
Miotomas 76
Parte visceral del sistema nervioso 76
Sistema simpático 78
Sistema parasimpático 84
Inervación sensitiva visceral (aferentes viscerales) 85
El sistema entérico 85
Plexos nerviosos 87
Plexos somáticos 87
Plexos viscerales 88
El dolor referido 88

Anatomía de superficie 89
Anatomía de superficie de la región dorsal del tronco 89
Ausencia de curvaturas laterales 89
Curvaturas primarias y secundarias en el plano sagital 89
Puntos de referencia esqueléticos no vertebrales de utilidad 89
Cómo identificar apófisis espinosas vertebrales determinadas 91
Localización de los extremos inferiores de la médula espinal y del espacio subaracnoideo 92
Identificación de los músculos principales 93

Casos clínicos 95

10 preguntas cortas 98

3 Tórax

Conceptos generales 102
Descripción general 102
Funciones 103
Respiración 103
Protección de órganos vitales 103
Conducción 103
Componentes 103
Pared torácica 103
Abertura torácica superior 104
Abertura torácica inferior 104
Diafragma 105
Mediastino 106
Cavidades pleurales 106
Relación con otras regiones 107
Cuello 107
Miembro superior 108
Abdomen 108
La mama 108
Aspectos clave 108
Nivel vertebral T4/5 108
Circuitos venosos de izquierda a derecha 110
Elementos neurovasculares segmentarios de la pared torácica 110
Sistema simpático 112
Flexibilidad de la pared y abertura torácica inferior 112
Inervación del diafragma 112

Anatomía regional 115
Región pectoral 115
Mama 115
Arterias 115
Venas 115

Inervación 115
Drenaje linfático 116
La mama en el hombre 116
Músculos de la región pectoral 117
Pectoral mayor 117
Subclavio y pectoral menor 117

Pared torácica 118
Armazón esquelético 119
Vértebras torácicas 119
Costillas 120
Esternón 122
Articulaciones 123
Espacios intercostales 125
Músculos 127
Arterias 129
Venas 131
Drenaje linfático 132
Inervación 132

Diafragma 134
Arterias 135
Venas 135
Inervación 135

Movimientos de la pared torácica y del diafragma durante la respiración 135

Cavidades pleurales 136
Pleura 136
Pleura parietal 137
Pleura visceral 138
Recesos pleurales 139
Pulmones 140
Pedículo e hilio 140
Pulmón derecho 140
Pulmón izquierdo 143
Árbol bronquial 145
Segmentos broncopulmonares 146
Arterias pulmonares 146
Venas pulmonares 146
Arterias y venas bronquiales 146
Inervación 149
Drenaje linfático 149

Mediastino 153
Mediastino medio 154
Pericardio 154
Corazón 157
Tronco pulmonar 180
Aorta ascendente 181
Otros vasos 181
Mediastino superior 181
Timo 183
Venas braquiocefálicas derecha e izquierda 183
Vena intercostal superior izquierda 184
Vena cava superior 184
Cayado aórtico y sus ramas 186
Ligamento arterioso 187
Tráquea y esófago 188
Nervios del mediastino superior 188
Conducto torácico en el mediastino superior 192
Mediastino posterior 192
Esófago 192
Aorta torácica 194
Sistema de las venas ácigos 194
Conducto torácico en el mediastino posterior 196
Troncos simpáticos 197
Mediastino anterior 199

Anatomía de superficie 200
Anatomía de superficie del tórax 200
Cómo contar las costillas 200
Anatomía de superficie de la mama femenina 201
Visualización de las estructuras a nivel de las vértebras T4/5 202
Visualización de las estructuras en el mediastino superior 203
Visualización de los bordes del corazón 203
Dónde escuchar los sonidos cardíacos 204
Visualización de las cavidades pleurales, pulmones, recesos pleurales, lóbulos pulmonares y fisuras 204
Dónde escuchar los sonidos pulmonares 205

Casos clínicos 209

10 preguntas cortas 216

4 Abdomen

Conceptos generales 220
Descripción general 220
Funciones 221
Alberga y protege vísceras importantes 221
Respiración 223
Cambios en la presión intraabdominal 223
Componentes 224
Pared 224
Cavidad abdominal 225
Abertura torácica inferior 227
Diafragma 227
Estrecho superior de la pelvis 228

Índice de contenidos

Relación con otras regiones 228
- Tórax 228
- Pelvis 228
- Extremidades inferiores 229

Aspectos clave 230
- Situación de las vísceras abdominales en el adulto 230
  - Desarrollo del intestino proximal 230
  - Desarrollo del intestino medio 233
  - Desarrollo del intestino distal 233
- Piel y músculos de la pared anterior y lateral del abdomen y nervios intercostales torácicos 233
- La ingle es una zona débil en la pared anterior del abdomen 234
- Nivel vertebral L1 236
- El aparato digestivo y sus derivados están irrigados por tres arterias principales 236
- Comunicaciones venosas de izquierda a derecha 238
- Todo el drenaje venoso del aparato digestivo y del bazo pasa a través del hígado 239
  - Anastomosis portocava 240
  - Obstrucción de la vena porta hepática o de conductos vasculares del hígado 240
- Las vísceras del abdomen están inervadas por un gran plexo paravertebral 240

Anatomía regional 242

Anatomía de superficie 242
- División en cuatro cuadrantes 242
- División en nueve regiones 243

Pared del abdomen 244
- Fascia superficial 244
  - Capa superficial 244
  - Capa profunda 245
- Músculos anterolaterales 246
  - Músculos planos 246
  - Fascia transversal 249
  - Músculos verticales 250
- Fascia extraperitoneal 252
- Peritoneo 252
- Inervación 253
- Arterias y venas 254
- Drenaje linfático 256

Ingle 256
- Conducto inguinal 258
  - Anillo inguinal profundo 258
  - Anillo inguinal superficial 258
  - Pared anterior 259
  - Pared posterior 259
  - Techo 260
  - Suelo 260
  - Contenido 260
  - Hernias inguinales 262

Vísceras abdominales 266
- El peritoneo y la cavidad peritoneal 266
  - Omentos, mesenterios y ligamentos 269
- Órganos 272
  - Esófago abdominal 272
  - Estómago 272
  - Intestino delgado 273
  - Intestino grueso 279
  - Hígado 285
  - Vesícula biliar 287
  - Páncreas 288
  - Vía biliar 290
  - Bazo 291
- Circulación arterial 293
  - Ramas anteriores de la aorta abdominal 293
- Circulación venosa 303
  - Vena porta 303
- Linfáticos 307
- Inervación 307
  - Troncos simpáticos 308
  - Nervios esplácnicos 308
  - Plexo prevertebral abdominal y ganglios dependientes 310
  - Inervación parasimpática 311
  - Sistema entérico 311
  - Inervación simpática del estómago 311

Región posterior del abdomen 314
- Pared posterior del abdomen 315
  - Huesos 315
  - Músculos 315
- Vísceras 320
  - Riñones 320
  - Uréteres 324
  - Glándulas suprarrenales 327
- Circulación 328
  - Aorta abdominal 328
  - Vena cava inferior 331
- Sistema linfático 333
  - Vasos linfáticos 333
  - Nódulos linfáticos 334
  - Troncos y conductos linfáticos 334
  - Nódulos preaórticos 335
- Sistema nervioso en la región posterior del abdomen 336
  - Troncos simpáticos y nervios esplácnicos 336
  - Plexos y ganglios prevertebrales abdominales 336
  - Plexo lumbar 340

Anatomía de superficie 344
- Anatomía de superficie del abdomen 344
- Determinar la proyección en la superficie del abdomen 345
- Cómo localizar el anillo inguinal superficial 346
- Cómo determinar los niveles vertebrales 347
- Estructuras en el nivel vertebral L1 348
- Posición de los principales vasos sanguíneos 349
- Localización de las principales vísceras en los cuadrantes del abdomen 350
- Regiones superficiales de dolor referido 351
- Localización de los riñones 352
- Localización del bazo 352

Casos clínicos 353

10 preguntas cortas 361

5 Pelvis y periné

Conceptos generales 364

Descripción general 364

Funciones 364
- Contener y sostener la vejiga, el recto, el conducto anal y el aparato reproductor 364
- Punto de inserción para las raíces de los genitales externos 364

Componentes 366
- Abertura superior 366
- Paredes de la pelvis 367
- Abertura inferior 367
- Suelo pélvico 369
- Cavidad pélvica 369
- Periné 372

Relación con otras regiones 372
- Abdomen 372
- Extremidad inferior 372

Aspectos clave 373
- La cavidad pélvica se proyecta en sentido posterior 373
- Varias estructuras significativas cruzan los uréteres en la cavidad pélvica 373
- La próstata es anterior al recto 373
- El periné está inervado por los segmentos sacros de la médula espinal 375
- Los nervios están relacionados con el hueso 375
- La inervación parasimpática procedente de los niveles medulares S2 a S4 controla la erección 376
- Los músculos y la fascia del suelo pélvico y del periné se cruzan en el centro tendinoso del periné 377
- El sexo determina el trayecto de la uretra 378

Anatomía regional 379

Pelvis 379
- Huesos 379
  - Los huesos coxales 379
  - Sacro 383
  - Cóccix 384
- Articulaciones 384
  - Articulaciones lumbosacras 384
  - Articulaciones sacroilíacas 384
  - Articulación de la sínfisis del pubis 385
- Orientación 386
- Diferencias entre ambos sexos 386
- Pelvis verdadera 387
  - Abertura superior de la pelvis 387
  - Pared de la pelvis 387
  - Abertura inferior de la pelvis 390
  - Suelo pélvico 391
  - Centro tendinoso del periné 396
- Vísceras 397
  - Aparato digestivo 397
  - Aparato urinario 397
  - Aparato reproductor 406
- Fascias 416
  - Fascias en la pelvis femenina 416
  - Fascias en la pelvis masculina 416
- Peritoneo 416
  - Peritoneo femenino 418
  - Peritoneo masculino 419
- Nervios 420
  - Plexos somáticos 420
  - Plexos viscerales 425
- Vasos sanguíneos 428
  - Arterias 428
  - Venas 431
- Vasos linfáticos 432

Periné 434
- Límites y techo 434
  - Membrana perineal y espacio perineal profundo 436
- Fosas isquioanales y sus recesos anteriores 436
- Triángulo anal 436
- Triángulo urogenital 439
  - Estructuras del espacio perineal superficial 440
  - Características superficiales de los genitales externos 443
  - Fascia superficial del triángulo urogenital 445
- Nervios somáticos 446
  - Nervio pudendo 446
  - Otros nervios somáticos 446
- Nervios viscerales 448
- Vasos sanguíneos 448
  - Arterias 448

Venas 450
Vasos linfáticos 450

Anatomía de superficie 453
Anatomía de superficie de la pelvis y el periné 453
Orientación de la pelvis y del periné en la posición anatómica 453
Cómo definir los bordes del periné 453
Identificación de estructuras en el triángulo anal 455
Identificación de estructuras en el triángulo urogenital de la mujer 456
Identificación de estructuras en el triángulo urogenital de los varones 457

Casos clínicos 460

10 preguntas cortas 465

6 Extremidad inferior

Conceptos generales 468
Descripción general 468
Funciones 469
Soporte del peso corporal 469
Locomoción 471
Componentes 473
Huesos y articulaciones 473
Músculos 474
Relación con otras regiones 476
Abdomen 476
Pelvis 477
Periné 477
Puntos fundamentales 477
La inervación proviene de nervios espinales lumbares y sacros 477
Nervios relacionados con el hueso 481
Venas superficiales 481

Anatomía regional 482
Transición desde el abdomen y la pelvis hasta la extremidad inferior 482
Pelvis ósea 483
Ilion 483
Tuberosidad isquiática 484
Rama isquiopúbica y pubis 485
Acetábulo 485
Porción proximal del fémur 486
Trocánteres mayor y menor 486
Articulación de la cadera 489
Ligamentos 491
Vías a la extremidad inferior 492
Conducto obturador 493
Agujero ciático mayor 493
Agujero ciático menor 494
Espacio existente entre el ligamento inguinal y el hueso pélvico 494
Nervios 494
Nervio femoral 494
Nervio obturador 494
Nervio ciático 494
Nervios glúteos 495
Nervios ilioinguinal genitofemoral 496
Nervio cutáneo femoral lateral 496
Nervio del cuadrado femoral y nervio del obturador interno 497
Nervio cutáneo femoral posterior 497
Nervio cutáneo perforante 497
Arterias 497
Arteria femoral 497
Arterias glúteas superior e inferior y arteria obturatriz 497
Venas 498
Vasos linfáticos 500
Ganglios inguinales superficiales 500
Ganglios inguinales profundos 500
Ganglios poplíteos 500
Fascia profunda y abertura safena 501
Fascia lata 501
Cintilla iliotibial 501
Abertura safena 502
Triángulo femoral 502
Vaina femoral 504
Región glútea 504
Músculos 505
Grupo profundo 506
Grupo superficial 507
Nervios 508
Nervio glúteo superior 508
Nervio ciático 509
Nervio del cuadrado femoral 510
Nervio del obturador interno 510
Nervio cutáneo femoral posterior 510
Nervio pudendo 511
Nervio glúteo inferior 511
Nervio cutáneo perforante 511
Arterias 511
Arteria glútea inferior 511
Arteria glútea superior 511

- Venas 512
- Vasos linfáticos 512

Muslo 512

- Huesos 513
  - Diáfisis y extremo distal del fémur 513
  - Rótula 515
  - Extremo proximal de la tibia 515
  - Extremo proximal del peroné 517
- Músculos 518
  - Compartimento anterior 518
  - Compartimento medial 521
  - Compartimento posterior 525
- Arterias 526
  - Arteria femoral 526
  - Arteria obturatriz 529
- Venas 530
  - Vena safena mayor 530
- Nervios 530
  - Nervio femoral 530
  - Nervio obturador 531
  - Nervio ciático 531
- Articulación de la rodilla 532
  - Superficies articulares 532
  - Meniscos 533
  - Membrana sinovial 534
  - Membrana fibrosa 535
  - Ligamentos 535
  - Mecanismo de bloqueo 538
  - Irrigación vascular e inervación 538
- Articulación tibioperonea 541
- Fosa poplítea 541
  - Contenido 542
  - Techo de la fosa poplítea 542

Pierna 542

- Huesos 543
  - Diáfisis y extremo distal de la tibia 543
  - Diáfisis y extremo distal del peroné 544
- Articulaciones 545
  - Membrana interósea de la pierna 545
- Compartimento posterior de la pierna 545
  - Músculos 545
  - Arterias 550
  - Venas 551
  - Nervios 551
- Compartimento lateral de la pierna 552
  - Músculos 552
  - Arterias 553
  - Venas 553
  - Nervios 553
- Compartimento anterior de la pierna 553
  - Músculos 553
  - Arterias 555
  - Venas 556
  - Nervios 556

Pie 557

- Huesos 557
  - Huesos del tarso 557
  - Metatarsianos 561
  - Falanges 561
- Articulaciones 562
  - Articulación del tobillo 562
  - Articulaciones intertarsianas 564
  - Articulaciones tarsometatarsianas 568
  - Articulaciones metatarsofalángicas 568
  - Articulaciones interfalángicas 569
- Túnel del tarso, retináculos y disposición de las principales estructuras del tobillo 569
  - Retináculo flexor 569
  - Retináculos extensores 570
  - Retináculos peroneos 570
- Arcos del pie 571
  - Arco longitudinal 571
  - Arco transverso 571
  - Soporte ligamentoso y muscular 571
- Aponeurosis plantar 572
- Vainas fibrosas de los dedos 572
- Capuchones extensores 573
- Músculos intrínsecos 573
  - En la cara dorsal 574
  - En la planta 574
- Arterias 579
  - Arteria tibial posterior y arco plantar 579
  - Arteria dorsal del pie 580
- Venas 581
- Nervios 581
  - Nervio tibial 582
  - Nervio peroneo profundo 582
  - Nervio peroneo superficial 584
  - Nervio sural 584
  - Nervio safeno 584

Anatomía de superficie 585

- Anatomía de superficie de la extremidad inferior 585
- Evitación del nervio ciático 586
- Localización de la arteria femoral en el triángulo femoral 587
- Identificación de las estructuras situadas alrededor de la rodilla 587
- Visualización del contenido de la fosa poplítea 589

Búsqueda del túnel del tarso: la entrada al pie 589
Identificación de los tendones situados alrededor del tobillo y del pie 590
Localización de la arteria dorsal del pie 592
Aproximación a la posición del arco arterial plantar 592
Principales venas superficiales 593
Pulsos 594
Casos clínicos 595
10 preguntas cortas 604

7 Extremidad superior

Conceptos generales 608
Descripción general 608
Funciones 609
Posición de la mano 609
La mano como herramienta mecánica 612
La mano como herramienta sensitiva 612
Componentes 612
Huesos y articulaciones 612
Músculos 613
Relación con otras regiones 615
Cuello 615
Espalda y pared torácica 616
Puntos fundamentales 617
Inervación por los nervios cervicales y torácicos altos 617
Nervios relacionados con el hueso 621
Venas superficiales 621
Orientación del pulgar 622
Anatomía regional 623
Hombro 623
Huesos 623
Clavícula 623
Escápula 623
Extremo proximal del húmero 625
Articulaciones 626
Articulación esternoclavicular 626
Articulación acromioclavicular 627
Articulación glenohumeral 628
Músculos 633
Trapecio 634
Deltoides 634
Elevador de la escápula 635
Romboides menor y mayor 635
Región posterior de la escápula 636
Músculos 637
Supraespinoso e infraespinoso 637
Redondo menor y redondo mayor 637
Cabeza larga del tríceps braquial 637
Puertas de entrada a la región posterior de la escápula 638
Agujero supraescapular 638
Espacio cuadrangular (desde su cara posterior) 639
Espacio triangular 639
Intervalo triangular 639
Nervios 639
Nervio supraescapular 639
Nervio axilar 639
Arterias y venas 639
Arteria supraescapular 639
Arteria circunfleja humeral posterior 640
Arteria circunfleja de la escápula 641
Venas 641
Axila 641
Entrada de la axila 642
Pared anterior 643
Pectoral mayor 643
Subclavio 644
Pectoral menor 645
Fascia clavipectoral 645
Pared medial 645
Serrato anterior 645
Pared lateral 647
Pared posterior 648
Subescapular 648
Redondo mayor y dorsal ancho 649
Cabeza larga del tríceps braquial 649
Puertas de entrada en la pared posterior 649
Espacio cuadrangular 649
Espacio triangular 649
Intervalo triangular 650
Suelo 650
Contenido 650
Bíceps braquial 651
Coracobraquial 651
Arteria axilar 652
Vena axilar 654
Plexo braquial 656
Vasos linfáticos 665
Proceso axilar de la glándula mamaria 665
Brazo 666
Huesos 668
Cuerpo y extremo distal del húmero 668
Extremo proximal del radio 669
Extremo proximal del cúbito 669

Músculos 671
Coracobraquial 671
Bíceps braquial 671
Braquial 672
Compartimento posterior 672
Arterias y venas 673
Arteria braquial 673
Arteria braquial profunda 674
Venas 676
Nervios 676
Nervio musculocutáneo 676
Nervio mediano 676
Nervio cubital 676
Nervio radial 677
Articulación del codo 680
Fosa del codo 685
Antebrazo 687
Huesos 688
Cuerpo y extremo distal del radio 688
Cuerpo y extremo distal del cúbito 689
Articulaciones 690
Articulación radiocubital distal 690
Compartimento anterior del antebrazo 692
Músculos 692
Arterias y venas 698
Nervios 699
Compartimento posterior del antebrazo 701
Músculos 701
Arterias y venas 706
Nervios 707
Mano 707
Huesos 708
Huesos del carpo 708
Metacarpianos 708
Falanges 710
Articulaciones 710
Articulación de la muñeca 710
Articulaciones del carpo 711
Articulaciones carpometacarpianas 711
Articulaciones metacarpofalángicas 711
Articulaciones interfalángicas de la mano 711
El túnel del carpo y las estructuras de la muñeca 712
Aponeurosis palmar 714
Palmar corto 715
Tabaquera anatómica 715
Vainas fibrosas de los dedos 715
Capuchón extensor 716
Músculos 718
Interóseos dorsales 718
Interóseos palmares 719
Aductor del pulgar 720
Músculos de la eminencia tenar 721
Músculos de la eminencia hipotenar 722
Músculos lumbricales 722
Arterias y venas 723
Arteria cubital y arco palmar superficial 723
Arteria radial y arco palmar profundo 725
Venas 726
Nervios 726
Nervio cubital 726
Nervio mediano 727
Ramo superficial del nervio radial 728
Anatomía de superficie 730
Anatomía de superficie de la extremidad superior 730
Referencias óseas y músculos de la región posterior de la escápula 730
Visualización de la axila y localización del contenido y de las estructuras relacionadas 732
Localización de la arteria braquial en el brazo 734
El tendón del tríceps braquial y la posición del nervio radial 734
Fosa del codo (visión anterior) 734
Identificación de los tendones y localización de los principales vasos y nervios de la zona distal del antebrazo 736
Aspecto normal de la mano 737
Posición del retináculo flexor y del ramo recurrente del nervio mediano 738
Función motora de los nervios mediano y cubital en la mano 738
Visualización de la posición de los arcos palmares superficial y profundo 739
Puntos de exploración del pulso periférico 739
Casos clínicos 741
10 preguntas cortas 745

8 Cabeza y cuello

Conceptos generales 748
Descripción general 748
Cabeza 748
Componentes principales 748
Otras regiones definidas anatómicamente 749
Cuello 750
Compartimentos 750
Laringe y faringe 751
Funciones 751
Protección 751
Contiene los tramos superiores de los aparatos respiratorio y digestivo 751
Comunicación 752
Posición de la cabeza 752
Conecta la porción superior e inferior de los aparatos respiratorio y digestivo 752
Componentes 752
Cráneo 752
Vértebras cervicales 754
Hueso hioides 755
Paladar blando 756
Músculos 756
En la cabeza 756
En el cuello 756
Relación con otras regiones 757
Tórax 757
Extremidades superiores 757
Aspectos clave 758
Niveles vertebrales C3/4 y C5/6 758
La vía aérea en el cuello 758
Nervios craneales 759
Nervios cervicales 760
Separación funcional de los aparatos digestivo y respiratorio 760
Triángulos del cuello 762

Anatomía regional 763
El cráneo 763
Visión anterior 763
Hueso frontal 763
Huesos cigomático y nasal 764
Hueso maxilar 765
Mandíbula 765
Visión lateral 765
Porción lateral de la calota 765
Parte visible del esqueleto facial 767
Mandíbula 767
Visión posterior 767
Hueso occipital 767
Huesos temporales 768
Visión superior 769
Visión inferior 770
Parte anterior 771
Región media 771
Parte posterior 772
Cavidad craneal 773
Techo 773
Suelo 774
Fosa craneal anterior 774
Fosa craneal media 775
Fosa craneal posterior 777
Meninges 782
Duramadre craneal 782
Tabiques durales 783
Irrigación arterial 784
Inervación 785
Aracnoides 785
Piamadre 785
Meninges y espacios meníngeos 786
Espacio extradural 786
Espacio subaracnoideo 786
Encéfalo e irrigación 787
Encéfalo 787
Irrigación cerebral 789
Arterias vertebrales 789
Arterias carótidas internas 789
Círculo arterial 789
Drenaje venoso 794
Senos venosos de la duramadre 794
Nervios craneales 800
Nervio olfatorio [I] 801
Nervio óptico [II] 802
Nervio oculomotor [III] 802
Nervio troclear 802
Nervio trigémino 803
Nervio oftálmico [V_1] 804
Nervio maxilar [V_2] 804
Nervio mandibular [V_3] 804
Nervio abducens [VI] 804
Nervio facial [VII] 804
Nervio vestibulococlear [VIII] 805
Nervio glosofaríngeo [IX] 805
Nervio timpánico 805

Nervio vago [X] 805
Nervio accesorio [XI] 806
Raíz craneal del nervio accesorio 806
Nervio hipogloso [XII] 806
Cara 806
Músculos 806
Grupo orbitario 806
Grupo nasal 811
Grupo oral 812
Otros músculos o grupos musculares 814
Glándula parótida 815
Relaciones importantes 816
Irrigación arterial 816
Inervación 816
Inervación 817
Vasos 821
Arterias 821
Venas 823
Drenaje linfático 824
Cuero cabelludo 825
Capas 825
Inervación 826
Por delante de las orejas y del vértex de la cabeza 826
Por detrás de las orejas y del vértex de la cabeza 827
Vasos 828
Arterias 828
Venas 829
Drenaje linfático 829
Órbita 830
Órbita ósea 830
Techo 830
Pared medial 830
Suelo 831
Pared lateral 831
Párpados 831
Piel y tejido celular subcutáneo 831
Músculo orbicular del ojo 831
Septo orbitario 832
Tarsos y músculo elevador del párpado superior 832
Conjuntiva 833
Glándulas 833
Vasos 833
Inervación 833
Aparato lagrimal 834
Inervación 835
Vasos 836
Fisuras y agujeros 836
Especializaciones de las fascias 837
Periórbita 837
Vaina ocular 838
Ligamentos de control de los músculos recto medial y recto lateral 839
Músculos 839
Músculos extrínsecos 839
Vasos 844
Arterias 844
Venas 845
Inervación 845
Nervio óptico 846
Nervio oculomotor 846
Nervio troclear 846
Nervio abducens 847
Fibras simpáticas posganglionares 847
Nervio oftálmico [V_1] 847
Ganglio ciliar 849
Globo ocular 850
Cámara anterior y cámara posterior 850
Cristalino y humor vítreo 851
Paredes del globo ocular 851
Vasos 851
Capa fibrosa del globo ocular 852
Capa vascular del globo ocular 852
Capa interna del globo ocular 853
Oído 854
Oído externo 855
Oreja 855
Conducto auditivo externo 856
Membrana timpánica 856
Oído medio 858
Límites 859
Región mastoidea 861
Trompa faringotimpánica 861
Huesecillos del oído 862
Vasos 863
Inervación 864
Oído interno 865
Laberinto óseo 866
Laberinto membranoso 867
Vasos 869
Inervación 869
Transmisión del sonido 871
Fosas temporal e infratemporal 872
Estructura ósea 872
Hueso temporal 872
Hueso esfenoides 872
Maxilar 873
Hueso cigomático 873
Rama de la mandíbula 873
Articulación temporomandibular 874
Cápsula articular 875

Ligamentos extracapsulares 875
Movimientos de la mandíbula 875
Músculo masetero 876
Fosa temporal 877
Contenidos 877
Fosa infratemporal 880
Contenidos 880
Fosa pterigopalatina 891
Paredes óseas 891
Hueso esfenoides 891
Vías de acceso 892
Contenidos 893
Cuello 898
Fascia 899
Capa de revestimiento 899
Lámina prevertebral 899
Lámina pretraqueal 901
Vaina carotídea 901
Compartimentos fasciales 901
Espacios fasciales 901
Drenaje venoso superficial 901
Venas yugulares externas 903
Venas yugulares anteriores 903
Triángulo anterior del cuello 905
Músculos 905
Vasos sanguíneos 909
Nervios 912
Glándulas tiroides y paratiroides 915
Localización de estructuras en regiones diferentes del triángulo anterior del cuello 919
Triángulo posterior del cuello 919
Músculos 920
Vasos sanguíneos 923
Nervios 925
Raíz del cuello 928
Vasos sanguíneos 928
Nervios 930
Sistema linfático 933
Sistema linfático del cuello 935
Faringe 937
Estructura esquelética 938
Línea vertical anterior de inserción de las paredes laterales de la faringe 939
Pared faríngea 939
Músculos 939
Fascia 942
Espacios entre los músculos en la pared faríngea 942
Estructuras que pasan a través de los espacios 943
Nasofaringe 943
Orofaringe 945
Laringofaringe 945
Amígdalas 945
Vasos 946
Arterias 946
Venas 947
Sistema linfático 947
Nervios 948
Nervio glosofaríngeo [IX] 948
Laringe 949
Cartílagos laríngeos 950
Cartílago cricoides 950
Cartílago tiroides 950
Epiglotis 951
Cartílagos aritenoides 951
Cartílagos corniculados 952
Cartílagos cuneiformes 952
Ligamentos extrínsecos 952
Membrana tirohioidea 952
Ligamento hioepiglótico 953
Ligamento cricotraqueal 953
Ligamentos intrínsecos 953
Membrana fibroelástica de la laringe 953
Articulaciones laríngeas 954
Articulaciones cricotiroideas 954
Articulaciones cricoaritenoideas 955
Cavidad de la laringe 955
División en tres regiones principales 955
Ventrículos y sáculos laríngeos 957
Hendidura del vestíbulo y hendidura glótica 957
Músculos intrínsecos 957
Músculos cricotiroideos 957
Músculos cricoaritenoideos posteriores 958
Músculos cricoaritenoideos laterales 959
Músculo aritenoideo transverso 959
Músculos aritenoideos oblicuos 959
Vocales 959
Músculos tiroaritenoideos 959
Función de la laringe 960
Respiración 960
Fonación 961
Cierre forzado 961
Deglución 961
Vasos 962
Arterias 962
Venas 963
Sistema linfático 963
Nervios 964
Nervios laríngeos superiores 964
Nervios laríngeos recurrentes 965

Cavidades nasales 965
- Pared lateral 966
- Regiones 967
- Inervación e irrigación sanguínea 968
- Estructura esquelética 968
  - Hueso etmoides 968
- Nariz externa 970
- Senos paranasales 970
  - Senos frontales 971
  - Celdas etmoidales 971
  - Senos maxilares 972
  - Senos esfenoideos 972
- Paredes, suelo y techo 972
  - Pared medial 972
  - Suelo 973
  - Techo 973
  - Pared lateral 973
- Narinas 976
- Coanas 976
- Vías de entrada 977
  - Lámina cribosa 977
  - Agujero esfenopalatino 977
  - Conducto incisivo 977
  - Agujeros pequeños de la pared lateral 977
- Vasos 977
  - Arterias 978
  - Venas 979
- Inervación 980
  - Nervio olfatorio [I] 980
  - Ramas del nervio oftálmico [V_1] 980
  - Ramas del nervio maxilar [V_2] 981
  - Inervación parasimpática 981
  - Inervación simpática 981
  - Sistema linfático 981

Cavidad oral 982
- Numerosos nervios inervan la cavidad oral 983
- Estructura esquelética 983
  - Maxilar 983
  - Huesos palatinos 983
  - Hueso esfenoides 983
  - Hueso temporal 984
  - Parte cartilaginosa de la trompa auditiva 985
  - Mandíbula 985
  - Hueso hioides 986
- Paredes: las mejillas 986
  - Buccinador 986
- Suelo 987
  - Músculos milohioideos 987
  - Músculos geniohioideos 988
  - Entrada en el suelo de la cavidad oral 988
- Lengua 989
  - Papilas 990
  - Superficie inferior de la lengua 990
  - Superficie faríngea 990
  - Músculos 990
  - Vasos 993
  - Inervación 994
  - Sistema linfático 996
- Glándulas salivales 996
  - Glándula parótida 996
  - Glándulas submandibulares 997
  - Glándulas sublinguales 998
  - Vasos 998
  - Inervación 998
- Techo de la cavidad oral 999
  - Paladar duro 999
  - Paladar blando 1000
  - Vasos 1004
  - Inervación 1006
- Hendidura bucal y labios 1007
- Istmo de las fauces 1007
- Dientes y encías 1008
  - Vasos 1009
  - Inervación 1011
  - Nervio alveolar inferior 1011
  - Nervios alveolares superiores anterior, medio y posterior 1011
  - Inervación de las encías 1012

Anatomía de superficie 1013
- Anatomía de superficie de la cabeza y el cuello 1013
- Posición anatómica de la cabeza y los elementos principales 1014
- Visualización de estructuras en los niveles vertebrales C3/C4 y C6 1015
- Cómo delimitar los triángulos anterior y posterior del cuello 1015
- Cómo localizar el ligamento cricotiroideo 1016
- Cómo encontrar la glándula tiroides 1017
- Estimación de la posición de la arteria meníngea media 1018
- Características principales de la cara 1019
- El ojo y el aparato lagrimal 1020
- Oído externo 1021
- Puntos de palpación del pulso 1021

Casos clínicos 1023

10 preguntas cortas 1032

Índice 1034

Comitê consultor editorial

Anthony M. Adinolfi, PhD
Adjunct Professor Emeritus, Department of Pathology and Laboratory Medicine
UCLA School of Medicine
Los Angeles, California, USA

Kurt H. Albertine, PhD
Professor of Pediatrics
Medicine (Adjunct), Neurobiology and Anatomy (Adjunct)
The University of Utah School of Medicine
Salt Lake City, Utah, USA

Gail Amort-Larson, MScOT
Associate Professor, Department of Occupational Therapy
Faculty of Rehabilitation Medicine
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada

Judith E. Anderson, PhD
Professor, Department of Human Anatomy and Cell Sciences
Faculty of Medicine, University of Manitoba
Winnipeg, Manitoba, Canada

S. P. Banumathy, MS, PhD
Director and Professor, Institute of Anatomy
Madurai Medical College
Madurai, India

David H. Bechhofer, PhD
Associate Professor, Department of Pharmacology and Biological Chemistry
Mount Sinai School of Medicine
New York, New York, USA

N. Barry Berg, PhD
Assistant Dean; Director, Gross Anatomy
Department of Cell and Developmental Biology
SUNY Upstate Medical University
Syracuse, New York, USA

Raymond L. Bernor, PhD
Professor, Department of Anatomy
Howard University College of Medicine
Washington, D.C., USA

Edward T. Bersu, PhD
Professor of Anatomy
Department of Anatomy
University of Wisconsin Medical School
Madison, Wisconsin, USA

Homero Felipe Bianchi, MD
Third Chair, Department of Normal Human Anatomy
Faculty of Medicine
University of Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina

David L. Bolender, PhD
Associate Professor, Department of Cell Biology, Neurobiology and Anatomy
Medical College of Wisconsin
Milwaukee, Wisconsin, USA

Walter R. Buck, PhD
Dean of Preclinical Education
Professor of Anatomy and Course Director for Gross Anatomy
Lake Erie College of Osteopathic Medicine
Erie, Pennsylvania, USA

Stephen W. Carmichael, PhD, DSc
Professor and Chair, Department of Anatomy
Mayo Clinic College of Medicine
Rochester, Minnesota, USA

Wayne Carver, PhD
Associate Professor, Department of Cell and Developmental Biology and Anatomy
University of South Carolina School of Medicine
Columbia, South Carolina, USA

John Chemnitz, MD
Associate Professor, Department of Anatomy and Neurobiology
Southern University of Denmark
Odense, Denmark

Shih-Chieh Chen, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy
Kaohsiung Medical University
Kaohsiung, Taiwan

Sou-De Cheng, PhD
Associate Professor and Chairman, Department of Anatomy
College of Medicine
Chang Gung University
T'aoyüan, Taiwan

Hee-Jung Cho, MD, PhD
Professor, Department of Anatomy
School of Medicine
Kyungpook National University
Daegu, Korea

Patricia Collins, BSc, PhD
Associate Professor
Licenced Teacher of Anatomy
Anglo-European College of Chiropractic
Bournemouth, UK

Maria H. Czuzak, PhD
Academic Specialist – Anatomical Instructor, Department of Cell Biology and Anatomy
University of Arizona
Tucson, Arizona, USA

P. H. Dangerfield, MD, ILTM
Senior Lecturer, Department of Human Anatomy and Cell Biology
University of Liverpool
Liverpool, UK

Jan Drukker, MD, PhD
Emeritus Professor of Anatomy and Embryology
Department of Anatomy and Embryology
Faculty of Medicine
University of Maastricht
Maastricht, The Netherlands

Julian J. Dwornik, BA, MSc, PhD
Professor of Anatomy, Department of Anatomy
University of South Florida College of Medicine
Tampa, Florida, USA

John Fitzsimmons, MD
Assistant Professor, Radiology – Division of Anatomy
Michigan State University
East Lansing, Michigan, USA

Dr Robert T. Gemmell
Associate Professor, Department of Anatomy and Developmental Biology
The University of Queensland
St. Lucia, Queensland, Australia

Gene F. Giggleman, DVM
Dean of Academics
Parker College of Chiropractic
Dallas, Texas, USA

Adriana C. Gittenberger-de Groot, PhD
Professor, Head of Department
Department of Anatomy and Embryology
Leiden University Medical Center
Leiden, The Netherlands

P. Gopalakrishnakone,
MBBS, PhD, FAMS, DSc
Professor, Department of Anatomy
Faculty of Medicine
National University of Singapore
Singapore

J. R. T. Greene, BSc, MBBS, PhD
Senior Lecturer, Department of Anatomy
University of Bristol
Bristol, UK

Santos Guzmán Lopez, PhD
Chair, Department of Anatomy
Faculty of Medicine
Autonomous University of Nueva León
Monterrey, Mexico

Duane E. Haines, PhD
Professor and Chairman; Professor of Neurosurgery
Department of Anatomy
The University of Mississippi Medical Center
Jackson, Mississippi, USA

Jostein Halgunset, MD
Assistant Professor of Anatomy,
Department of Laboratory Medicine, Children's and Women's Health
Faculty of Medicine, Norwegian University of Science and Technology
Trondheim, Norway

Benedikt Hallgrimsson, PhD
Associate Professor, Department of Cell Biology and Anatomy
University of Calgary
Calgary, Alberta, Canada

Dr. Jerimiah C. Healy,
MA, MBBChir, MRCP, PFCR
Department of Radiology
Chelsea and Westminster Hospital
Imperial College School of Medicine
London, UK

Heikki J. Helminen, MD, PhD
Professor and Chairman
Department of Anatomy
University of Knopio
Knowpio, Finland

Louis Hermo, BA, MSc, PhD
Professor, Department of Anatomy and Cell Biology
McGill University
Montreal, Quebec, Canada

Maxwell T. Hincke, PhD(Alberta)
Professor and Director, Anatomy Program
Department of Cellular and Molecular Medicine
Faculty of Medicine, University of Ottawa
Ottawa, Ontario, Canada

J. C. Holstege, MD, PhD
Associate Professor, Department of Neuroscience
Erasmus Medical Center
Rotterdam, The Netherlands

Richard F. Hoyt, Jr, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy and Neurobiology
Boston University School of Medicine
Boston, Massachusetts, USA

Alan W. Hrycyshyn, MS, PhD
Professor, Division of Clinical Anatomy
The University of Western Ontario
London, Ontario, Canada

N. Sezgie İgi, PhD
Professor, Department of Anatomy
Faculty of Medicine, Hacettepe University
Ankara, Turkey

Dr Kanak Iyer
Professor, Department of Anatomy
K.J. Somaiya Medical College
Mumbai, India

S. Behnamedin Jameie, MSc, PhD
Assistant Professor, Department of Anatomy and Cellular and Molecular Research Center
School of Medicine, Basic Science Center
Tehran, Iran

Elizabeth O. Johnson, PhD
Assistant Professor, Department of Anatomy, Histology and Embryology
University of Ioannina
Ioannina, Greece

Panagiotis Kanavaros, MD, PhD
Department of Anatomy, Histology and Embryology
University of Ioannina
Ioannina, Greece

Lars Kayser, MD, PhD
Associate Professor, Department of Medical Anatomy
University of Copenhagen
Copenhagen, Denmark

Jeffrey Kerr, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy and Cell Biology
Faculty of Medicine, Nursing and Health Sciences, Monash University
Melbourne, Victoria, Australia

Lars Klimaschewski, MD, PhD
Professor, Department of Neuroanatomy
Medical University of Innsbruck
Innsbruck, Austria

Natsis Konstantinos, MD, PhD, BSc
Assistant Professor, Department of Anatomy
Medical School, Aristotle University of Thessaloniki
Thessaloniki, Greece

Rachel Koshi, MBBS, MS, PhD
Professor of Anatomy
Department of Anatomy
Christian Medical College
Vellore, India

Jeffrey T. Laitman, PhD
Distinguished Professor of the Mount Sinai School of Medicine
Professor and Director of Anatomy and Functional Morphology
Professor of Otolaryngology
Center for Anatomy and Functional Morphology
Mount Sinai School of Medicine
New York, New York, USA

Alfonso Llamas, MD, PhD
Professor of Anatomy and Embryology
Department of Anatomy
Medical School, Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, Spain

Comité consultor editorial

Grahame J. Louw, DVSc
Professor, Department of Human Biology
Faculty of Health Sciences
University of Cape Town
Cape Town, South Africa

P.W. Lucas, BSc, PhD
Professor, Department of Anatomy
University of Hong Kong
Hong Kong, China

Dra Liliana D. Macchi
Second Chair, Department of Normal Human Anatomy
Faculty of Medicine, University of Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina

Henk van Mameren, MD, PhD
Professor, Department of Anatomy and Embryology
Faculty of Medicine
University of Maastricht
Maastricht, The Netherlands

Dr Francisco Martinez Sandoval
Director, Institute of Biological Sciences
Universidad Autónoma de Guadalajara
Guadalajara, Mexico

Robert S. McCuskey, PhD
Professor and Head, Department of Cell Biology and Anatomy
University of Arizona College of Medicine
Tucson, Arizona, USA

Martha D. McDaniel, MD
Professor of Anatomy, Surgery and Community and Family Medicine
Chair, Department of Anatomy
Dartmouth Medical School
Hanover, New Hampshire, USA

Dr Lopa A. Mehta, MBBS, MS(Anatomy)
Senior Professor, Department of Anatomy
Seth G. S. Medical College
Mumbai, India

J. H. Meiring, MB, ChB, MpraxMed(Pret)
Professor and Head,
Department of Anatomy
University of Pretoria
Pretoria, South Africa

Sandra C. Miller, PhD
Professor, Department of Anatomy and Cell Biology
McGill University
Montreal, Quebec, Canada

Ian G. Mobbs, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy and Neurobiology
Dalhousie Medical School
Halifax, Nova Scotia, Canada

John F. Morris, MB, ChB, MD
Professor, Department of Human Anatomy and Genetics
University of Oxford
Oxford, UK

Bernard John Moxham
Professor of Anatomy, Deputy Director and Head of Teaching
Cardiff School of Biosciences
Cardiff University
Cardiff, UK

Helen D. Nicholson, MB, ChB, BSc, MD
Professor and Chair, Department of Anatomy and Structural Biology
University of Otago
Dunedin, New Zealand

Dr Mark Nielsen
Biology Department
University of Utah
Salt Lake City, Utah, USA

Wei-Yi Ong, DDS, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy
Faculty of Medicine, National University of Singapore
Singapore

Gustavo H.R.A. Otegui
Department of Anatomy
University of Buenos Aires
Buenos Aires, Argentina

Prof Dr Reinhard Pabst
Chair, Department of Functional and Applied Anatomy
Medical School of Hanover
Hanover, Germany

Gigis Panagiotis, MD, PhD
Professor, Department of Anatomy
Medical School, Aristotle University of Thessaloniki
Thessaloniki, Greece

Shipra Paul
Professor, Department of Anatomy
Maulana Azad Medical College
New Delhi, India

Ann Poznanski, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy
Midwestern University
Glendale, Arizona, USA

Dr Francisco A. Prada Elena
Chair, Department of Anatomy
Faculty of Medicine, University of Sevilla
Sevilla, Spain

Matthew A. Pravetz, OFM, PhD
Associate Professor, Department of Cell Biology and Anatomy
New York Medical College
Valhalla, New York, USA

Prof Dr Reinhard Putz
Professor of Anatomy, Chairman
Institute of Anatomy
Ludwig-Maximilians-University
Munich, Germany

Ameed Raoof, MD, PhD
Lecturer, Division of Anatomy and Department of Medical Education
University of Michigan Medical School
Ann Arbor, Michigan, USA

James J. Rechtien, DO
Professor, Division of Anatomy and Structural Biology
Department of Radiology
Michigan State University
East Lansing, Michigan, USA

Joy S. Reidenberg, PhD
Associate Professor, Center for Anatomy and Functional Morphology
Mount Sinai School of Medicine
New York, New York, USA

Rouel S. Roque, MD
Associate Professor, Department of Cell Biology and Genetics
University of North Texas Health Sciences Center
Forth Worth, Texas, USA

Dr Domingo Ruano Gil
Director, Department of Anatomy
Faculty of Medicine, University of Central Barcelona
Barcelona, Spain

Myra Rufo, PhD
Department of Anatomy and Cellular Biology
Tufts University
Boston, Massachusetts, USA

Phillip Sambrook, MD, BS, LLB, FRACP
Professor of Rheumatology
University of Sidney
Sidney, Australia

Richard R. Schmidt, PhD
Professor and Vice Chairman
Department of Pathology, Anatomy and Cell Biology
Thomas Jefferson University
Philadelphia, Pennsylvania, USA

Roger Searle, PhD
Director, Anatomy and Clinical Skills
School of Medical Education Development
University of Newcastle upon Tyne
Newcastle upon Tyne, UK

Harumichi Seguchi, MD, PhD
Professor and Chairman, Department of Anatomy and Cell Biology
Kochi Medical School
Kochi, Japan

Mark F. Seifert, PhD
Professor of Anatomy and Cell Biology
Indiana University School of Medicine
Indianapolis, Indiana, USA

Sudha Seshayyan, MS
Professor and Head, Department of Anatomy
Stanely Medical College
Chennai, India

Kohei Shiota, MD, PhD
Professor and Chairman, Department of Anatomy and Developmental Biology
Director, Congenital Anomaly Research Center
Kyoto University Graduate School of Medicine
Kyoto, Japan

Allan R. Sinning, PhD
Associate Professor, Department of Anatomy
The University of Mississippi Medical Center
Jackson, Mississippi, USA

K. H. Sit, MBBS, MD, PhD
Professor, Department of Anatomy
Faculty of Medicine, National University of Singapore
Singapore

Donald F. Siwek, PhD
Assistant Professor, Department of Anatomy and Neurobiology
Boston University School of Medicine
Boston, Massachusetts, USA

Dr Panagiotis N. Skandalakis
Clinical Professor, Department of Surgical Anatomy and Technique
Emory University
Atlanta, Georgia, USA

Bernard G. Slavin, PhD
Course Director, Human Gross Anatomy
Keck/University of Southern California School of Medicine
Los Angeles, California, USA

Terence K. Smith, PhD
Professor, Department of Physiology and Cell Biology
University of Nevada School of Medicine
Reno, Nevada, USA

Kwok-Fai So, PhD(MIT)
Professor and Head, Department of Anatomy
Faculty of Medicine,
The University of Hong Kong
Hong Kong, China

Roger Soames, BSc, PhD
Associate Professor and Head of Anatomy
School of Biomedical Sciences
James Cook University
Townsville, Australia

Susan M. Standring, PhD, DSc
Head of the Division of Anatomy
Guy's, King's and St. Thomas' Schools of Medicine
London, UK

Mark F. Teaford, PhD
Professor of Anatomy, Center for Functional Anatomy and Evolution
Johns Hopkins University School of Medicine
Baltimore, Maryland, USA

Don du Toit,
PPhil(Oxon), PhD, MB.CHB(Stell), FCS(SA), FRCS
Professor and Chairman, Department of Anatomy and Histology
Faculty of Medicine
University of Stellenbosch
Bellville, South Africa

Prof John Varakis
Anatomy Department
University of Patras School of Medicine
Rion Patras, Greece

N. S. Vasan, DVM, PhD
Associate Professor, Department of Cell Biology and Molecular Medicine
New Jersey Medical School
Newark, New Jersey, USA

Prof G.H.M. Vawda
Anatomy Department
Nelson Mandela Medical School
Congella, South Africa

Ismo Virtanen
Professor, Anatomy Department
Haartman Institute
University of Helsinki
Helsinki, Finland

Shashi Wadhwa,
MS(Anatomy), PhD, FASc, FNASc
Professor, Department of Anatomy
All India Institute of Medical Sciences
New Delhi, India

Anil H. Walji, MD, PhD
Chair, Division of Anatomy
Faculty of Medicine and Dentistry
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada

Simon Wapnik, MD
Assistant Professor, Department of Cell Biology and Anatomy
New York Medical College
Valhalla, New York, USA

Dr Joanne Wilton
Senior Lecturer, Department of Anatomy
The Medical School
University of Birmingham
Birmingham, UK

Susanne Wish-Baratz, PhD
Senior Teacher, Department of Anatomy and Anthropology
Sackler Faculty of Medicine
Tel Aviv University
Tel Aviv, Israel

David T. Yew,
PhD, DSc, DrMed(Habil), CBiol, FIBiol
Professor and Chairman
Department of Anatomy
The Chinese University of Hong Kong
Hong Kong, China

Henry K. Yip, PhD
Associate Professor
Department of Anatomy
Faculty of Medicine
The University of Hong Kong
Hong Kong, China

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer de manera conjunta a todas aquellas personas que evaluaron los primeros borradores del libro: especialistas en anatomía, profesores y estudiantes de todo el mundo pertenecientes al comité consultor editorial. Su aportación ha sido excepcional.

También queremos dar las gracias a Richard Tibbits y Paul Richardson por su habilidad para traducir nuestras ideas visuales en las ilustraciones recogidas en el libro, que no sólo representan el fundamento para la adquisición de los conocimientos anatómicos sino que también son de una gran belleza.

Además, queremos agradecer a Bill Schmitt, Duncan Fraser, Anne-Marie Shaw y a todo el equipo de Elsevier por guiarnos a través de la preparación de este libro, especialmente a Lindy van den Berghe por su labor excepcional de edición del texto.

Por otra parte, queremos dar las gracias al profesor Richard A. Buckingham de la Abraham Lincoln School of Medicine, University of Illinois, por la cesión de la figura 8.108B. Finalmente, dado que los autores hemos trabajado por separado, en algunos casos a distancias de miles de kilómetros, hay varias personas que nos han apoyado a nivel local y a las que queremos dar las gracias de manera individual. Son las siguientes:

Los doctores Leonard Epp, Carl Morgan, Robert Shellhamer y Robert Cardell, que influyeron profundamente en mi desarrollo profesional como científico y profesor.

Richard L. Drake

Los doctores Sydney Friedman, Elio Raviola y Charles Slonecker, por su inspiración y apoyo, y por inculcarme la pasión por la disciplina de la Anatomía.

Los doctores Murray Morrison, Joanne Matsubara, Brian Westerberg, Laura Hall y Jing Cui, por la provisión de las imágenes correspondientes al capítulo de la cabeza y el cuello.

El doctor Bruce Crawford y Logan Lee por su ayuda con las imágenes de la anatomía de superficie del miembro superior.

La profesora Elizabeth Akesson y la doctora Donna Ford por su apoyo entusiasta y sus valiosas críticas.

Wayne Vogl

Anne Gayle por su apoyo excepcional en las tareas administrativas; el profesor Philip Gizhen por su ayuda en la obtención de imágenes y por su apoyo en general.

El doctor Dominic Blunt y Chrissie Hill por su ayuda en la obtención de las imágenes.

El doctor Mareesh Patel por su ayuda en la lectura de los originales y en el planteamiento de las preguntas clínicas.

La compañía Radiology SpRs y los radiólogos del Charing Cross Hospital.

Los radiólogos del Wellington Hospital.

El doctor Anwar Padhani, del Mount Vernon Hospital.

La doctora Alison Graham y el doctor Paul Tait del Hammersmith Hospital.

El señor Andrew Williams del Chelsea and Westminster Hospital.

Tienen también mi agradecimiento los doctores Neil Fraser, Martin Watson, Kim Fox, Jerry Healy y James Jackson, así como el Sr. Ian Franklin.

Adam W. M. Mitchell

Dedicatorias

A mi esposa Cheryl,
por su apoyo; a mis padres,
por su guía.

Richard L. Drake

A mi familia,
a mis colegas profesionales
por su ejemplo,
y a mis estudiantes:
este libro es para todos vosotros.

Wayne Vogl

A Cathy, Max (Adder),
y Elsa (ZaZa).

Adam W. M. Mitchell

Acerca de este libro

La idea

Durante los veinte últimos años han tenido lugar numerosos cambios que han configurado la manera en que los estudiantes aprenden la anatomía humana en las facultades de medicina y odontología; también se han producido cambios en los programas docentes de medicina de forma que las distintas asignaturas tienen en la actualidad mayor integración y orientación hacia los sistemas. Además, los métodos de enseñanza hacen hincapié en la aplicación de un pequeño grupo de actividades con el objetivo de incrementar el aprendizaje autodidacta y de adquirir la capacidad necesaria para la formación continuada a lo largo de toda la vida. La explosión de información que ha tenido lugar en todas las disciplinas también ha modificado los programas de asignaturas con un aumento de los conocimientos que se deben aprender sin que necesariamente haya tenido lugar un incremento del tiempo disponible para ello. Debido a todos estos cambios, consideramos que era el momento de redactar un nuevo texto que les permitiera a los estudiantes aprender anatomía en el contexto de muchos diseños distintos de programas de asignaturas y con consideración de la limitación de tiempo para su aprendizaje.

Comenzamos la tarea en el otoño de 2001 evaluando los diferentes abordajes y formatos que podríamos adoptar y decidiendo finalmente un enfoque regional de la anatomía de manera que en cada capítulo se recogieran cuatro secciones distintas. Desde el principio, consideramos que el libro debía tener múltiples entradas, debía representar una introducción a una amplia gama de campos dirigida hacia el estudiante, y debía constituir un libro complementario de *Anatomía de Gray* (de orientación más profesional) dirigido hacia el estudiante. En primer lugar escribimos el texto y posteriormente realizamos todas las figuras y demás ilustraciones para complementarlo y potenciarlo. Cuando estuvieron completos, los borradores preliminares de cada capítulo fueron distribuidos a un comité editorial internacional de especialistas en anatomía, profesores y estudiantes de anatomía, para su revisión. Después, sus comentarios fueron considerados cuidadosamente en la preparación del libro final.

Este texto no pretende una cobertura exhaustiva de la anatomía, aunque contiene la información anatómica suficiente como para que el estudiante pueda adquirir los conceptos estructurales y funcionales básicos que posteriormente puede completar a través de su desarrollo profesional. Durante la preparación de este libro se ha utilizado como referencia principal *Anatomía de Gray*, tanto para el texto como para las ilustraciones, y constituye la fuente recomendada para el aprendizaje de los detalles adicionales.

El libro

Gray Anatomía para estudiantes es un libro de texto de anatomía humana con orientación clínica y dirigido a los estudiantes. Ha sido creado principalmente para los estudiantes de diversos programas profesionales como medicina, odontología, quiropraxia y fisioterapia. También puede ser utilizado por otros que participen en programas tradicionales, generales o ambos, así como por los estudiantes con asignaturas basadas en la resolución de problemas; además, este libro puede ser especialmente útil para aquéllos cuyo número de horas de práctica en anatomía macroscópica es escaso.

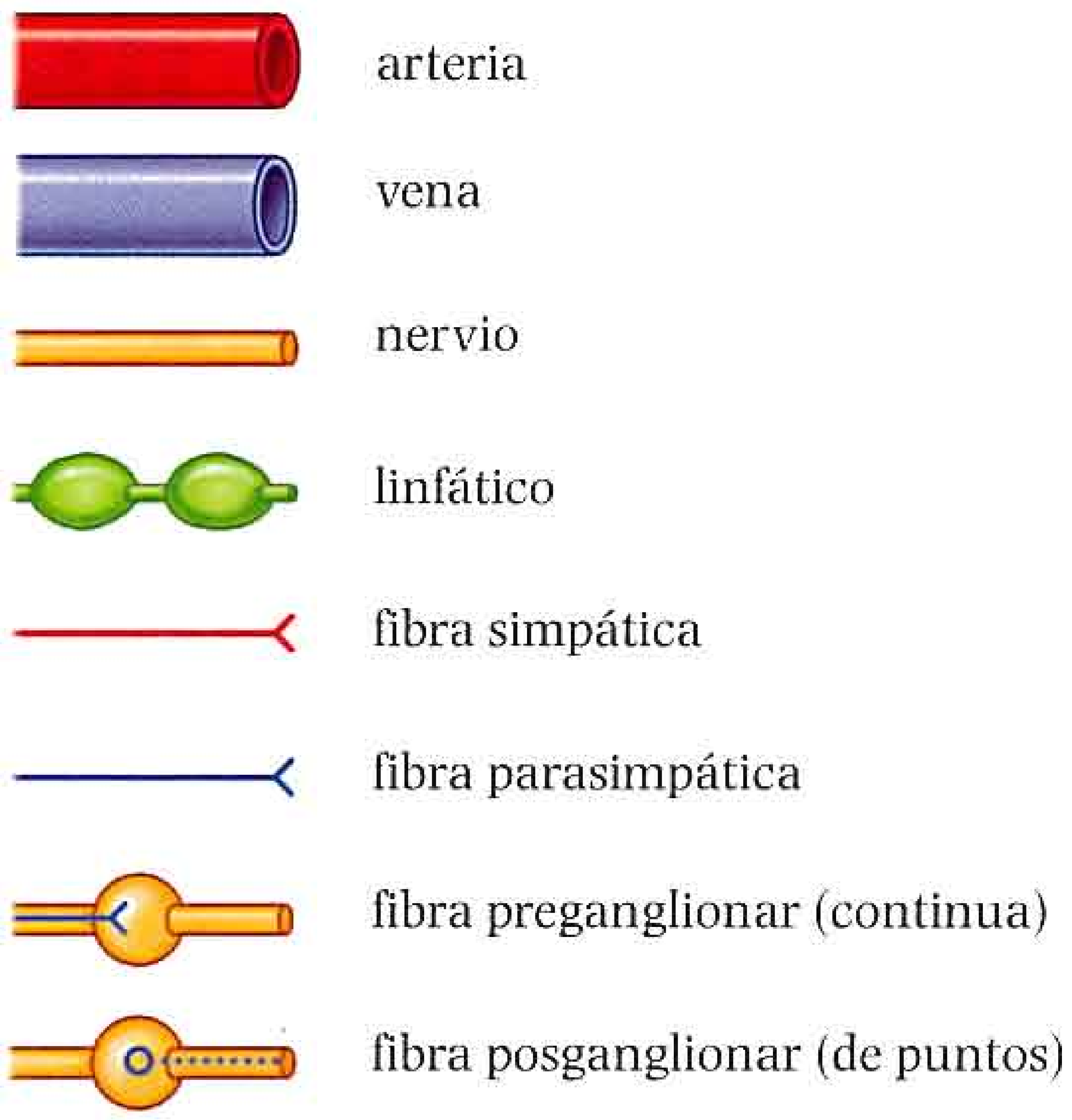
Organización

Desde un enfoque por regiones anatómicas, *Gray Anatomía para estudiantes* recorre todo el cuerpo con un sentido lógico, abordando los distintos aspectos complejos del organismo a medida que el lector va adquiriendo el conocimiento de los aspectos más básicos. Cada capítulo puede ser utilizado como un módulo de aprendizaje independiente, de manera que el cambio de orden en su lectura no influye en la calidad de la experiencia educativa. La secuencia elegida ha sido *La región dorsal del tronco, Tórax, Abdomen, Pelvis y periné, Extremidad inferior, Extremidad superior* y *Cabeza y cuello*.

Comenzamos con *La región dorsal del tronco* debido a dos razones. En primer lugar, a menudo es la primera zona en la que los estudiantes realizan tareas de disección; en segundo lugar, el estudiante puede ser introducido en una zona poco complicada que contiene los componentes básicos del cuerpo, es decir, huesos, articulaciones, músculos, vasos y sistema nervioso. A continuación viene el *Tórax* debido a su localización central y a la importancia de su contenido, es decir, el corazón, los vasos de gran calibre y los pulmones. Además, a partir del tórax se inicia la progresión por las cavidades corporales. La continuación lógica del *Tórax* es el *Abdomen* y la *Pelvis y periné*. Siguiendo el movimiento descendente hacia los pies, a continuación se recoge la *Extremidad inferior* seguida por la *Extremidad superior*. La última región contemplada es la de *Cabeza y cuello*. Esta región contiene las estructuras anatómicas más complejas del organismo. La cobertura de todas las demás regiones le permite al estudiante establecer las bases del conocimiento de esta complicada región.

Contenido

Cada capítulo está constituido por cuatro secciones consecutivas: *Conceptos generales, Anatomía regional, Anatomía de superficie* y *Casos clínicos*.



La sección de *Conceptos generales* proporciona los fundamentos de la información ofrecida en las secciones siguientes. Esta sección puede ser leída con independencia del resto del texto por los estudiantes que sólo buscan un conocimiento básico y también puede considerarse como un resumen de los conceptos importantes relativos a la anatomía regional.

La sección *Anatomía regional* proporciona más detalles anatómicos, así como abundantes correlaciones clínicas relevantes. No es una exposición de carácter exhaustivo, sino que ofrece información hasta el nivel que consideramos necesario para conocer la organización de la región concreta estudiada. En esta sección se incluyen dos niveles de información clínica. Las *Correlaciones clínicas* están plenamente integradas con el texto anatómico principal y persiguen poner en relación («correlacionar») los aspectos anatómicos expuestos de manera directa con la aplicación clínica de esta información, sin necesidad de que los estudiantes cambien su línea de pensamiento y sin alterar el flujo del texto. Aunque se integren en el texto anatómico, estos fragmentos de información se diferencian del mismo por su tipografía en cursiva. En los *Conceptos prácticos* se ofrece a los estudiantes información clínica útil y relevante que demuestra la manera en que el conocimiento anatómico facilita la resolución de problemas clínicos. Estos resúmenes aparecen en todo el texto en la proximidad de las discusiones anatómicas fundamentales.

La sección *Anatomía de superficie* ayuda al estudiante a visualizar las relaciones existentes entre las estructuras anatómicas y las marcas anatómicas de superficie. En esta sección también se ofrece al estudiante información sobre la aplicación práctica de la información anatómica junto con la inspección visual y la evaluación funcional que tienen lugar durante la exploración física de cualquier tipo de paciente.

La última sección de cada capítulo es la de *Casos clínicos*, que aparece en dos formatos. Estos casos representan el tercer nivel de material clínico ofrecido en el libro. En primer lugar, se expone una serie de casos en formato amplio. En estos ejemplos, se describe el problema clínico y se plantean preguntas y respuestas paso a paso que permiten al lector la solución del caso. Estos casos más detallados se continúan con una serie de diez viñetas breves y de preguntas de evaluación correspondientes a un problema clínico breve fundamentado en un principio anatómico específico. La inclusión de estos casos clínicos breves y detallados en cada capítulo otorga al estudiante la oportunidad de aplicar los conocimientos de anatomía a la resolución de problemas clínicos.

Las ilustraciones constituyen una parte integral de cualquier texto de anatomía. Su misión es la de presentar al lector una imagen visual representativa del texto de manera que sea más fácil el aprendizaje y la comprensión de la anatomía. El material gráfico incluido en el texto consigue todos estos objetivos. Las ilustraciones son originales y explícitas, y muchos de los aspectos contemplados en las mismas son exclusivos. Se han diseñado específicamente para su integración con el texto, presentan los detalles anatómicos a través de enfoques nuevos, insisten en los detalles que son especialmente difíciles para los estudiantes y proporcionan el fundamento para la adquisición posterior de conocimientos. Para conseguir que las ilustraciones del texto tengan una uniformidad y permitan al estudiante relacionarlas entre sí, se han utilizado colores homogéneos a lo largo de todo el libro, excepto cuando se indica otra cosa.

La localización y el tamaño de las ilustraciones fue uno de los parámetros considerados en el diseño global de cada página del libro.

Las imágenes clínicas también son una herramienta importante para el conocimiento de la anatomía, por lo que abundan en todo el texto. Diversos ejemplos basados en técnicas de imagen más actuales como la RM, la TC, la PET y la ecografía, así como de las radiografías de alta calidad, proporcionan al estudiante herramientas adicionales para incrementar sus habilidades de visualizar la anatomía in vivo y, así, incrementar sus conocimientos.

Lo que no contiene el libro

Gray Anatomía para estudiantes está centrado en la anatomía macroscópica. Aunque muchos programas de asignaturas que se imparten en todo el mundo se presentan con un formato más integrado que combina anatomía, fisiología, histología y embriología, nuestro objetivo con este libro de texto ha sido la presentación únicamente de la anatomía y su aplicación a los problemas clínicos. Excepto por algunas referencias breves a la embriología cuando se ha considerado necesario para un mejor conocimiento de la anatomía, en esta obra no se recoge material procedente de otras disciplinas. Hemos considerado que hay numerosos libros de texto excelentes que cubren estos aspectos y que intentar la exposición de todos ellos en un solo libro reduciría su calidad y utilidad, ¡por no mencionar su enorme tamaño!

Terminología

En cualquier texto o atlas de anatomía, la terminología siempre es un aspecto importante. En 1989, se constituyó el Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT) con el objetivo de desarrollar la terminología oficial de las ciencias anatómicas. *Terminología Anatómica* (Thieme, Stuttgart/New York, 1998) fue una publicación conjunta realizada por este comité y por las 56 asociaciones miembros de la International Federation of Associations of Anatomists (IFAA). Por motivos de uniformidad, en nuestro libro hemos preferido utilizar la terminología que se recoge en esta publicación. Las demás terminologías no son incorrectas, pero consideramos que la elaborada por esta institución, internacionalmente reconocida, es el abordaje más lógico y sencillo.

Aunque en el libro se utiliza la terminología anatómica para una mayor precisión, también se han usado ocasionalmente términos tales como «detrás de» o «enfrente de» para una lectura más sencilla del texto. En estos casos, el contexto determina el significado.

Uso anatómico de los adverbios

Durante la elaboración del libro, tuvimos largas discusiones acerca de la descripción de las relaciones anatómicas para que presentaran la mayor claridad posible manteniendo al tiempo la facilidad de lectura del texto. Una de las cuestiones que apareció continuamente en nuestras conversaciones fue el uso correcto del adverbio *-mente* respecto a los términos de orientación anatómica, tales como anterior, posterior, superior, inferior, lateral y medial. Finalmente, alcanzamos el consenso siguiente:

- **Los adverbios terminados en *-mente*,** como *anteriormente, posteriormente,* etc., se han utilizado para modificar (describir) los verbos utilizados en las frases en las que se menciona una acción o dirección. Por ejemplo, «La tráquea discurre inferiormente en el tórax».
- **Los adverbios *circunstanciales*,** como *anterior, posterior,* etc. se han utilizado para indicar la localización fija de una estructura anatómica. Por ejemplo, «La tráquea es anterior al esófago».

Además, ambas acepciones pueden aparecer en la misma frase. «La tráquea discurre inferiormente en el tórax, anterior al esófago.»

Hemos disfrutado mucho escribiendo este libro juntos. Esperamos que el lector pueda disfrutar en la misma medida.

Richard L. Drake
Wayne Vogl
Adam W. M. Mitchell
Mayo de 2004

1

Anatomía y técnicas de imagen

¿Qué es la anatomía? 2

Técnicas de imagen 5

¿Qué es la anatomía?

La anatomía incluye a aquellas estructuras que pueden verse macroscópicamente (sin la ayuda de técnicas de aumento) y microscópicamente (con la ayuda de dichas técnicas). Típicamente, cuando se emplea por sí mismo, el término «anatomía» suele referirse a la anatomía general o macroscópica, es decir, al estudio de aquellas estructuras que pueden verse sin la ayuda del microscopio. La anatomía microscópica, denominada también «histología», es el estudio de las células y los tejidos mediante el uso del microscopio.

La anatomía constituye la base de la práctica de la medicina. La anatomía lleva al médico a la comprensión de la enfermedad del paciente bien al realizar una exploración física o al utilizar las técnicas más modernas de obtención de imágenes. También resulta importante la anatomía para dentistas, quiroprácticos, fisioterapeutas y todos aquellos implicados en cualquier forma de tratamiento de pacientes cuyo primer paso sea el análisis de signos clínicos. La capacidad para interpretar una observación clínica *correctamente* es, por tanto, el punto final de una comprensión anatómica profunda.

La observación y la visualización son las técnicas primarias que debe utilizar el estudiante para aprender anatomía. La anatomía es mucho más que la simple memorización de listas de nombres. Aunque el lenguaje de la anatomía es importante, la red de información necesaria para visualizar la posición de estructuras físicas en un paciente va mucho más allá de la simple memorización. El conocimiento de los nombres de las diversas ramas de la arteria carótida externa no es igual a la capacidad de visualizar el curso de la arteria lingual desde su origen en el cuello hasta su terminación en la lengua. De forma similar, la comprensión de la organización del paladar blando, de cómo está relacionado con las cavidades oral y nasal, y cómo se mueve durante la deglución es muy diferente a ser capaz de recitar los nombres de sus músculos y nervios individuales. La comprensión de la anatomía requiere una comprensión del *contexto* en el que es posible recordar la terminología.

¿Cómo se puede estudiar la anatomía macroscópica?

El término «anatomía» procede de la palabra griega *«temnein»*, que significa «cortar». Claramente, por tanto, el estudio de la anatomía está ligado, como su raíz, a la disección, aunque la disección de cadáveres por estudiantes está actualmente en aumento, o incluso se ve sustituida en algunos casos por la visualización de material preseccionado (previamente disecado) y modelos plásticos, o por la utilización de módulos de enseñanza por ordenador u otras ayudas al aprendizaje.

La anatomía se puede estudiar siguiendo una aproximación bien regional o sistémica:

- Con una **aproximación regional**, se estudia cada *región* del cuerpo por separado y todos los aspectos de dicha región se estudian al mismo tiempo. Por ejemplo, si se va a estudiar el tórax, se examinan todas sus estructuras. Ello incluye la vascularización, los nervios, los huesos, los músculos y todas las estructuras y órganos restantes localizados en la región del cuerpo definida como el tórax. Tras estudiar esta región, se estudian las otras regiones del cuerpo (p. ej., el abdomen, la pelvis, el miembro inferior, el miembro superior, la región dorsal, y la cabeza y el cuello) de una manera similar.
- Por el contrario, en una **aproximación sistémica**, se estudia y se sigue cada *sistema* del cuerpo a través de todo el cuerpo. Por ejemplo, un estudio del sistema cardiovascular considera el corazón y todos los vasos sanguíneos del cuerpo. Cuando se ha completado, se puede examinar en detalle el sistema nervioso (encéfalo, médula espinal y todos los nervios). Esta aproximación se mantiene para todo el cuerpo hasta que se hayan estudiado todos los sistemas, incluyendo el esquelético, muscular, gastrointestinal, respiratorio, linfático y reticuloendotelial.

Cada una de estas aproximaciones tiene sus beneficios y deficiencias. La aproximación regional funciona muy bien si el estudio anatómico incluye la disección de cadáver, pero se queda corto cuando se trata de comprender la continuidad de un sistema entero a través de todo el cuerpo. De manera similar, la aproximación sistemática favorece la comprensión de un sistema entero a través del cuerpo, pero resulta muy difícil de coordinar directamente con una disección de cadáver o para adquirir suficiente detalle.

Términos anatómicos importantes

La posición anatómica

La posición anatómica es la posición de referencia del cuerpo utilizada para describir la localización de estructuras (fig. 1.1). El cuerpo se encuentra en posición anatómica en bipedestación con los pies juntos, los brazos a los lados y la cara mirando hacia delante. La boca se encuentra cerrada y la expresión facial es neutral. El reborde óseo infraorbitario se encuentra en el mismo plano horizontal que la parte superior del «orificio auditivo externo» y los ojos están «abiertos» y fijados en un punto distante. Las palmas de las manos se

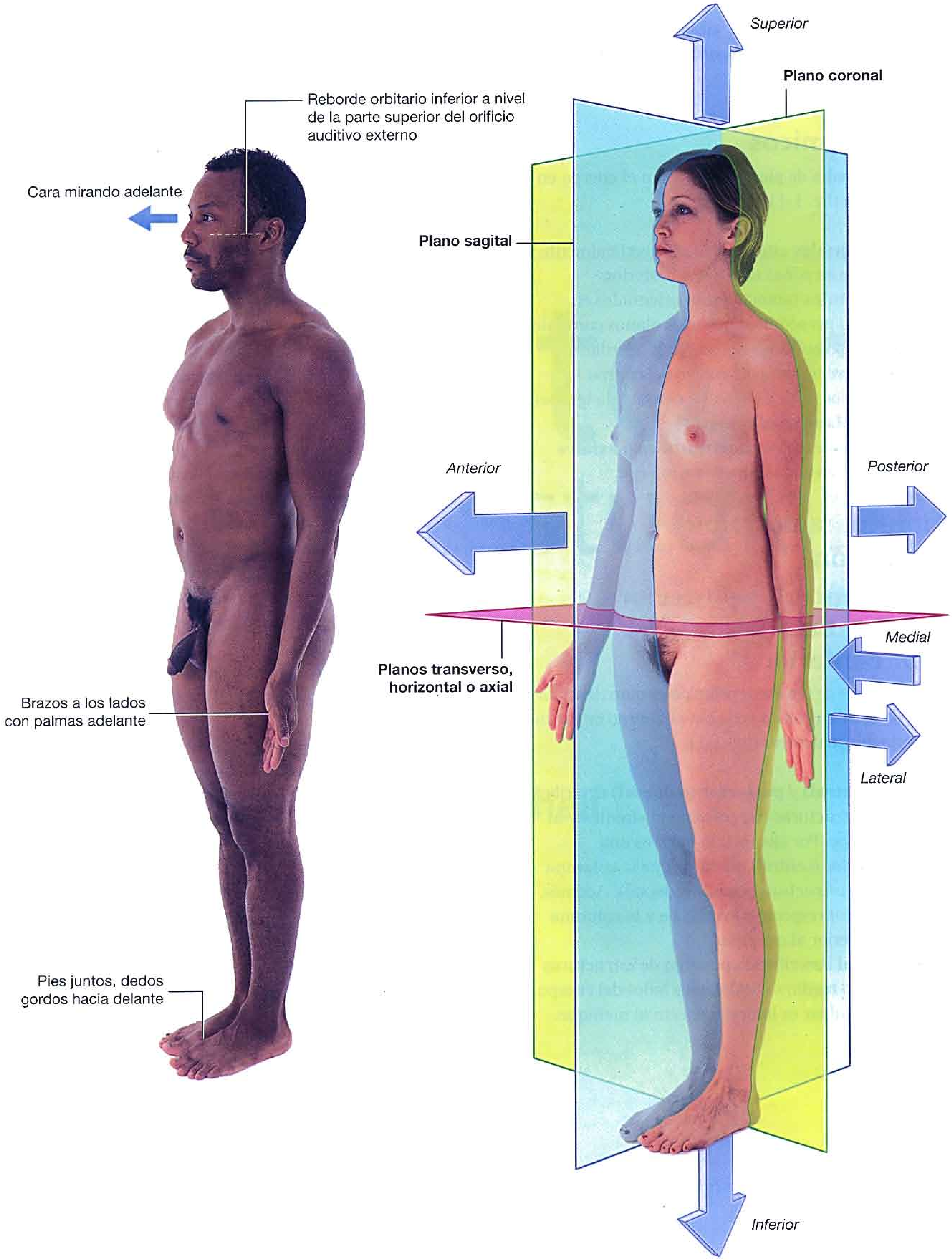


Fig. 1.1 La posición anatómica, los planos y los términos de localización y orientación.

dirigen hacia delante con los dedos rectos y juntos y con la almohadilla de la base del pulgar girada 90° respecto a las de los restantes dedos. Los dedos gordos están dirigidos hacia delante.

Planos anatómicos

Tres grupos principales de planos atraviesan el cuerpo en la posición anatómica (fig. 1-1).

- Los **planos coronales** están orientados verticalmente y dividen el cuerpo en zonas anterior y posterior.
- Los **planos sagitales** también están orientados en vertical, pero son perpendiculares a los planos coronales y dividen el cuerpo en zonas derecha e izquierda. Al plano que discurre a través del centro del cuerpo dividiéndolo en dos mitades derecha e izquierda iguales se le denomina **plano medio sagital.**
- Los **planos transversales, horizontales** o **axiales** dividen el cuerpo en zonas superior e inferior.

Términos para describir la localización

Anterior (ventral) y posterior (dorsal), medial y lateral, superior e inferior

Se utilizan tres pares de términos principales para describir la localización de estructuras en relación al cuerpo en su conjunto o al resto de estructuras (fig. 1.1):

- **Anterior** (o **ventral)** y **posterior** (o **dorsal)** describen la posición de estructuras con relación al «frente» y al «dorso» del cuerpo. Por ejemplo, la nariz es una estructura anterior (ventral) mientras que la columna vertebral es una estructura posterior (dorsal). Además, la nariz es anterior respecto a las orejas, y la columna vertebral es posterior al esternón.
- **Medial** y **lateral** describen la posición de estructuras respecto al plano medio sagital y a los lados del cuerpo. Por ejemplo, el pulgar es lateral respecto al meñique. La nariz se encuentra en el plano medio sagital y es medial a los ojos, que a su vez se localizan mediales respecto a las orejas.
- **Superior** e **inferior** describen las estructuras en relación con el eje vertical del cuerpo. Por ejemplo, la cabeza es superior respecto a los hombros y la articulación de la rodilla se encuentra inferior a la de la cadera.

Proximal y distal, craneal y caudal, rostral

Otros términos utilizados para describir posiciones incluyen proximal y distal, craneal y caudal, rostral.

- **Proximal** y **distal** se utilizan en referencia a encontrarse más cerca o más lejos del origen de una estructura, en particular de los miembros. Por ejemplo, la mano se encuentra distal a la articulación del codo. La articulación glenohumeral está proximal a la articulación del codo. También se utilizan estos términos para describir las posiciones relativas de las ramas a lo largo del curso de estructuras lineales, tales como vías aéreas, vasos y nervios. Por ejemplo, las ramas distales surgen más lejos hacia la zona final del sistema, mientras que las ramas proximales aparecen más cerca y hacia el origen del sistema.
- **Craneal** (hacia la cabeza) y **caudal** (hacia la cola) se utilizan en ocasiones en vez de superior e inferior respectivamente.
- **Rostral** se utiliza, particularmente en la cabeza, para describir la posición de una estructura en referencia a la nariz. Por ejemplo, la frente es rostral al rombencéfalo.

Superficial y profundo

Otros dos términos utilizados para describir la posición de estructuras en el cuerpo son **superficial** y **profundo**. Estos términos se utilizan para describir las posiciones relativas de dos estructuras con relación a la superficie del cuerpo. Por ejemplo, el esternón es superficial al corazón y el estómago se encuentra profundo en relación con la pared abdominal.

Técnicas de imagen

Técnicas de imagen diagnósticas

En 1895, Wilhelm Roentgen utilizó los rayos X de un tubo de rayos catódicos para exponer una placa fotográfica y producir la primera exposición radiográfica de la mano de su mujer. Durante de los últimos 30 años se ha producido una revolución de la obtención de imágenes del cuerpo, la cual ha discurrido paralelamente a los desarrollos en la tecnología informática.

Radiografía simple

Los principios físicos de la generación de rayos X no han cambiado. Los rayos X son fotones (un tipo de radiación electromagnética) y se generan a partir de un tubo complejo de rayos X, que es un tipo de tubo de rayos catódicos (fig. 1.2). Los rayos X son posteriormente colimados (p. ej., dirigidos a través de obturadores recubiertos de plomo para evitar que se abran en abanico) hacia la zona apropiada, según determine el técnico en radiología. A medida que los rayos X atraviesan el cuerpo van siendo atenuados (reducidos en energía) por los tejidos. Aquellos rayos X que atraviesen todos los tejidos interactuarán con la película fotográfica.

En el cuerpo:

- El aire atenúa poco los rayos X.
- La grasa atenúa los rayos X más que el aire, pero menos que el agua.
- El hueso es quien más atenúa los rayos X.

Estas diferencias en atenuación dan lugar a diferencias en el nivel de exposición de la película. Cuando se revela la película fotográfica, el hueso aparece blanco en la placa porque esta región de la película ha sido expuesta a la mínima cantidad de rayos X. El aire aparece negro en la placa porque estas regiones fueron expuestas a la mayor cantidad de rayos X. Como resultado de la revolución digital, es posible obtener imágenes con rapidez y descargarlas en pantallas de ordenador en cuestión de segundos.

Modificaciones de esta técnica de rayos X permiten producir una corriente continua de rayos X en el tubo de rayos y recogerla en una pantalla para conseguir una visualización en tiempo real de estructuras anatómicas en movimiento, estudios baritados, angiografía y fluoroscopia (fig. 1.3).

Medios de contraste

Para demostrar estructuras determinadas como las asas intestinales o arterias puede resultar necesario rellenar dichas estructuras con un material o sustancia que atenúe los rayos X más de lo que las asas intestinales o las arterias lo hacen normalmente. Resulta, sin embargo, extremadamente importante que estas sustancias no sean tóxicas. El sulfato de bario, una sal insoluble, es un agente no tóxico, de densidad relativamente elevada que resulta extremadamente útil en la exploración del tracto gastrointestinal. Cuando se ingiere una **suspensión de sulfato de bario,** atenúa los rayos X y puede, por tanto, utilizarse para demostrar la luz intestinal (fig. 1.4). Es frecuente añadir aire a la suspensión de sulfato de bario, bien mediante la ingestión de gránulos «efervescentes» o instilando directamente aire en una cavidad corporal, como en un enema baritado. A esto se le conoce como un estudio de doble contraste (aire/bario).

Para algunos pacientes resulta necesario inyectar medios de contraste directamente en arterias o venas. En este caso, los

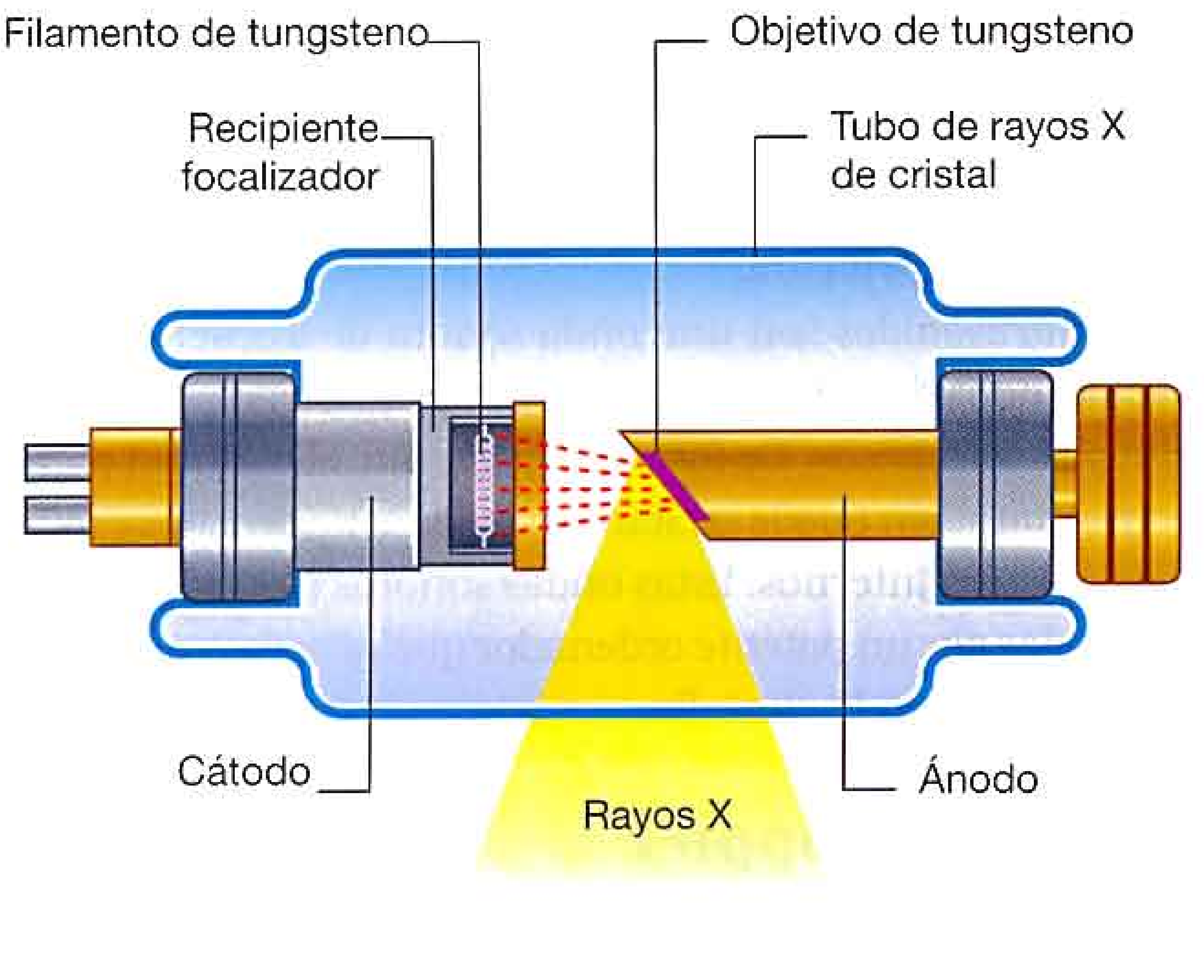


Fig. 1.2 Tubo de rayos catódicos para la producción de rayos X.

Fig. 1.3 Unidad de fluoroscopia.

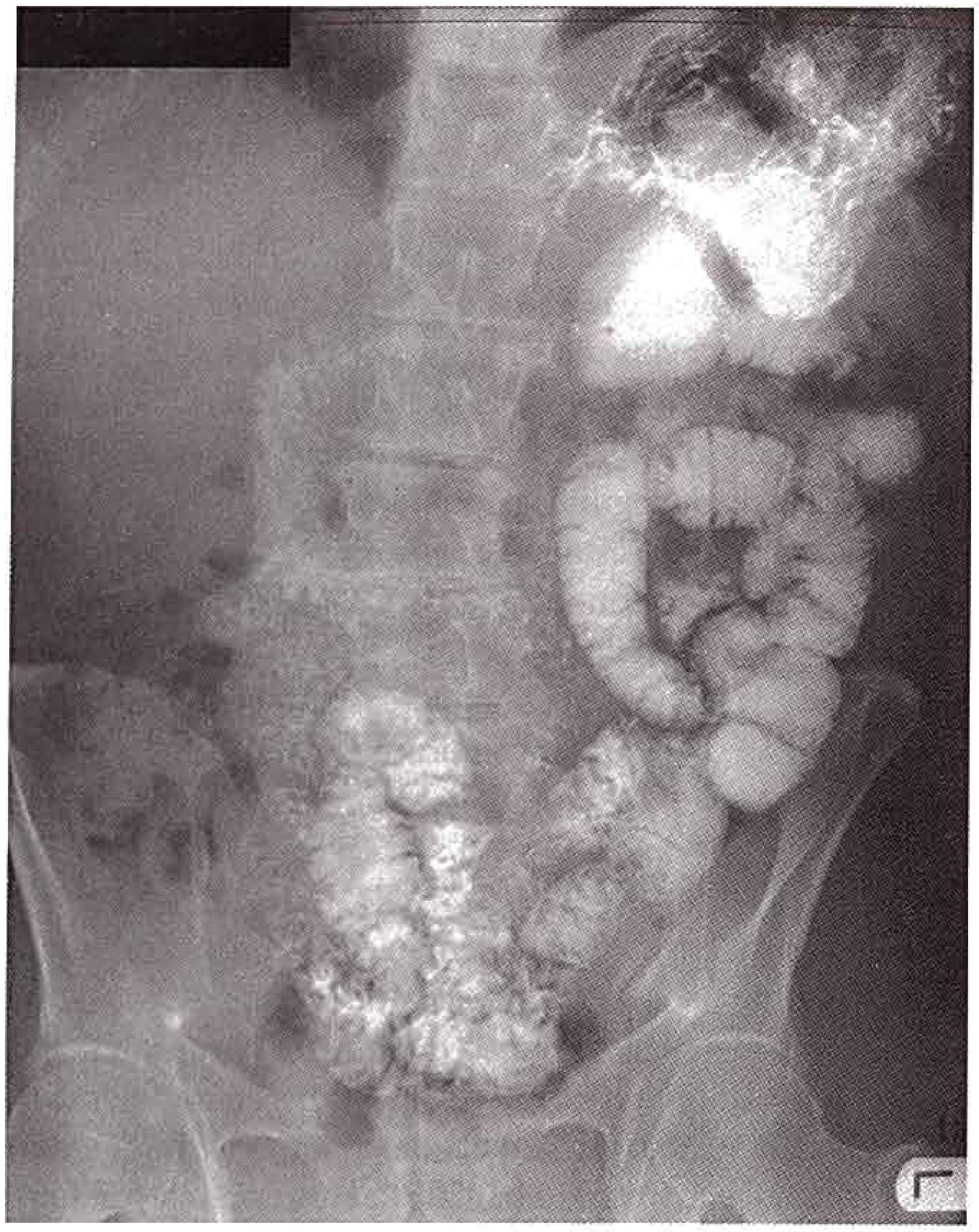


Fig. 1.4 Tránsito de sulfato de bario.

Fig. 1.5 Angiograma por sustracción digital.

medios de contraste adecuados son moléculas con base yodada. Se elige el **yodo** porque tiene una masa atómica relativamente alta y por tanto atenúa marcadamente los rayos X, pero además, de forma importante, porque se excreta de forma natural a través del sistema urinario. Los medios de contraste intraarterial e intravenoso son extremadamente seguros y son bien tolerados por la mayoría de los pacientes. Raramente, algunos pacientes sufren una reacción anafiláctica a las inyecciones intraarterial o intravenosa, de forma que se deben adoptar las precauciones necesarias. Los agentes de contraste intraarterial e intravenoso no sólo ayudan a visualizar las arterias y las venas, sino que al ser excretados a través del sistema urinario, pueden utilizarse para visualizar riñones, uréteres y vejiga en un proceso conocido como **urografía intravenosa.**

Angiografía por sustracción

Durante la angiografía, resulta a menudo difícil apreciar el medio de contraste en los vasos a través de las estructuras óseas suprayacentes. Para superar esto, se ha desarrollado la técnica de angiografía por sustracción. Sencillamente, se obtienen una o dos imágenes antes de la inyección del medio de contraste. Estas imágenes se invierten (de forma que se crea un negativo a partir de una imagen positiva). Tras la inyección del medio de contraste en los vasos, se obtiene una nueva serie de imágenes, las cuales demuestran el paso de contraste a través de las arterias hacia las venas y a lo largo de la circulación. Añadiendo la «imagen negativa precontraste» a las imágenes positivas postcontraste, se eliminan los huesos y las partes blandas con el fin de producir una única imagen con contraste. Antes del desarrollo de la obtención digital de imágenes esto resultaba un reto, pero actualmente el empleo de ordenadores ha hecho que esta técnica sea relativamente corriente e instantánea (fig. 1.5).

Ecografía

Se emplea ampliamente la ecografía del cuerpo en todos los aspectos de la medicina.

Los ultrasonidos son una onda sonora de frecuencia muy elevada (no radiación electromagnética) generada por materiales piezoeléctricos. De forma importante, el material piezoeléctrico también puede recibir las ondas sonoras que rebotan en los órganos internos. Estas ondas sonoras son entonces interpretadas por un potente ordenador que genera una imagen en tiempo real en la pantalla.

Ecografía Doppler

La ecografía Doppler permite la determinación de flujo, de su dirección y velocidad dentro de un vaso mediante técnicas ecográficas sencillas. Las ondas sonoras rebotan en estructu-

ras en movimiento y retornan. El grado de variación de la frecuencia determina si el objeto se está alejando o acercando al transductor y la velocidad a la que esto se produce. Se pueden obtener, por tanto, medidas precisas del flujo sanguíneo y de la velocidad de la sangre, lo que puede indicar entonces puntos de oclusión de los vasos sanguíneos.

Los desarrollos en tecnología ecográfica, incluyendo el tamaño de las sondas y su rango de frecuencia, suponen que actualmente se puede explorar un amplio rango de áreas.

Tradicionalmente, se utilizaba la ecografía para evaluar el abdomen (fig. 1.6) y al feto en mujeres embarazadas. La ecografía se emplea también extensamente para evaluar los ojos, el cuello, las partes blandas y el sistema musculoesquelético periférico. Se han colocado sondas en endoscopios, y se ha vuelto rutinaria actualmente la ecografía endoluminal del esófago, estómago y duodeno. La ecografía endocavitaria se lleva a cabo más habitualmente para valorar el tracto genital en mujeres utilizando la vía transvaginal o transrectal. En hombres, la ecografía transrectal es el método de imagen de elección para evaluar la próstata en quienes se sospecha hipertrofia o neoplasia.

Tomografía computarizada

La tomografía computarizada (TC) fue inventada en los años setenta por Sir Godfrey Hounsfield, a quien se concedió el Premio Nobel de medicina en 1979. Desde su inspirada invención, ha habido muchas generaciones de equipos de TC. De forma muy elemental, un equipo de TC obtiene una serie de imágenes del cuerpo (cortes) en el plano axial.

Fig. 1.6 Exploración ecográfica del abdomen.

El paciente se tumba en una mesa, un tubo de rayos X pasa en torno a su cuerpo (fig. 1.7) y se obtiene una serie de imágenes. Un ordenador lleva a cabo una transformación matemática compleja sobre la multitud de imágenes para producir la imagen final (fig. 1.8).

Fig. 1.7 Equipo de tomografía computarizada.

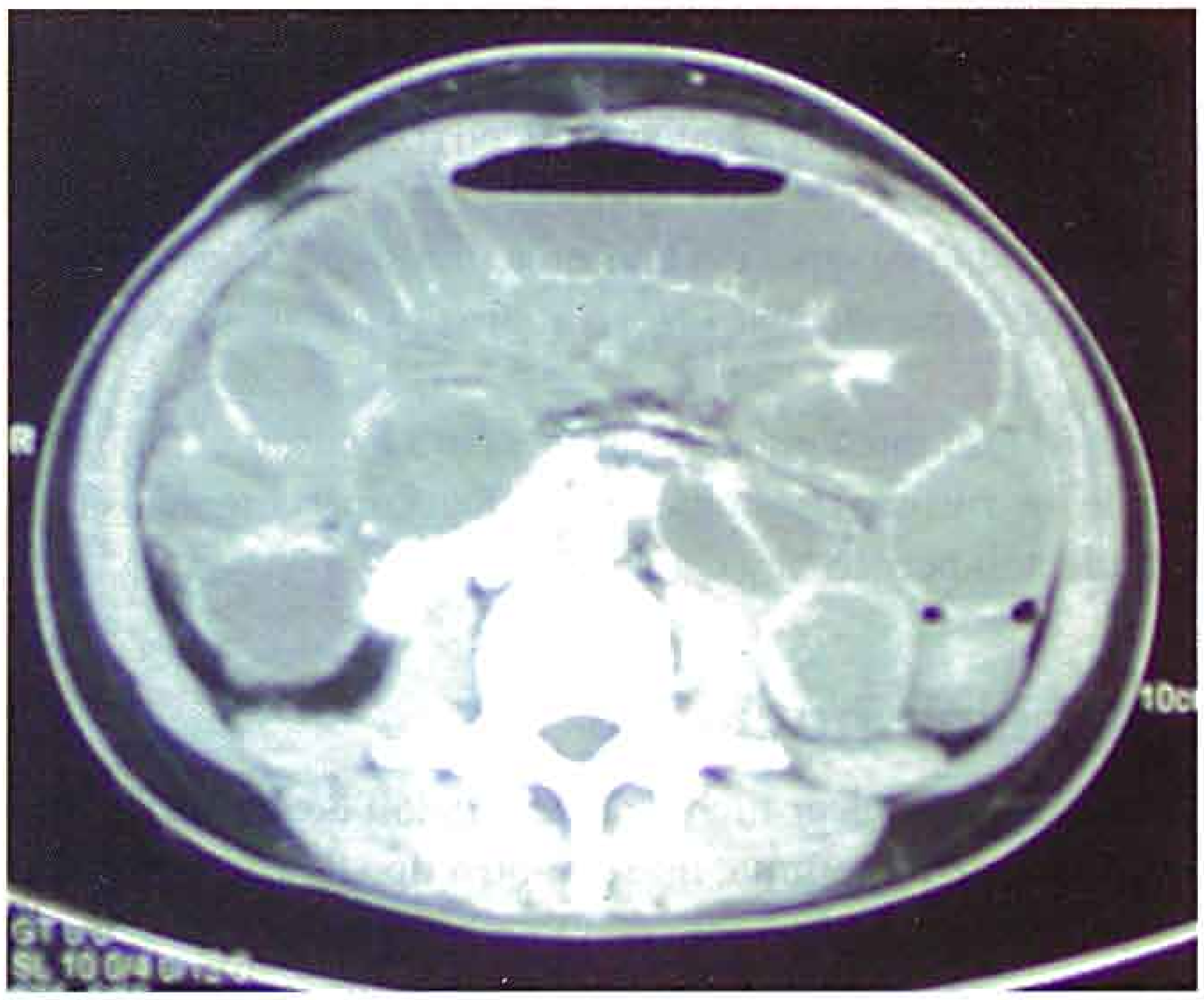


Fig. 1.8 Corte de tomografía computarizada del abdomen a nivel de la vértebra L2.

Resonancia magnética

La resonancia magnética nuclear fue descrita por primera vez en 1946 y utilizada para determinar la estructura de moléculas complejas. La complejidad de los principios físicos necesarios para obtener la imagen está más allá de los límites de este libro de texto, pero el lector debe conocer cómo se obtiene la imagen y los tipos de imágenes que se ven típicamente en la práctica médica cotidiana.

El proceso de resonancia magnética (RM) depende de los protones libres en los núcleos de hidrógeno de las moléculas de agua (H_2O). Como el agua se encuentra presente en casi todos los tejidos biológicos, el protón de hidrógeno resulta ideal. Los protones dentro de los núcleos de hidrógeno de un paciente deben considerarse como pequeños imanes, que se encuentran orientados al azar en el espacio. Se coloca al paciente dentro de un campo magnético intenso, con lo que los imanes se alinean. Cuando se lanza un pulso de ondas de radio a través del paciente, los imanes se desvían y a medida que recuperan su posición de alineación, emiten pequeños pulsos de radio. La intensidad, frecuencia y tiempo que tardan los protones en retornar a su estado preexcitado da lugar a una señal. Estas señales son analizadas por un potente ordenador y se crea una imagen (fig. 1.9).

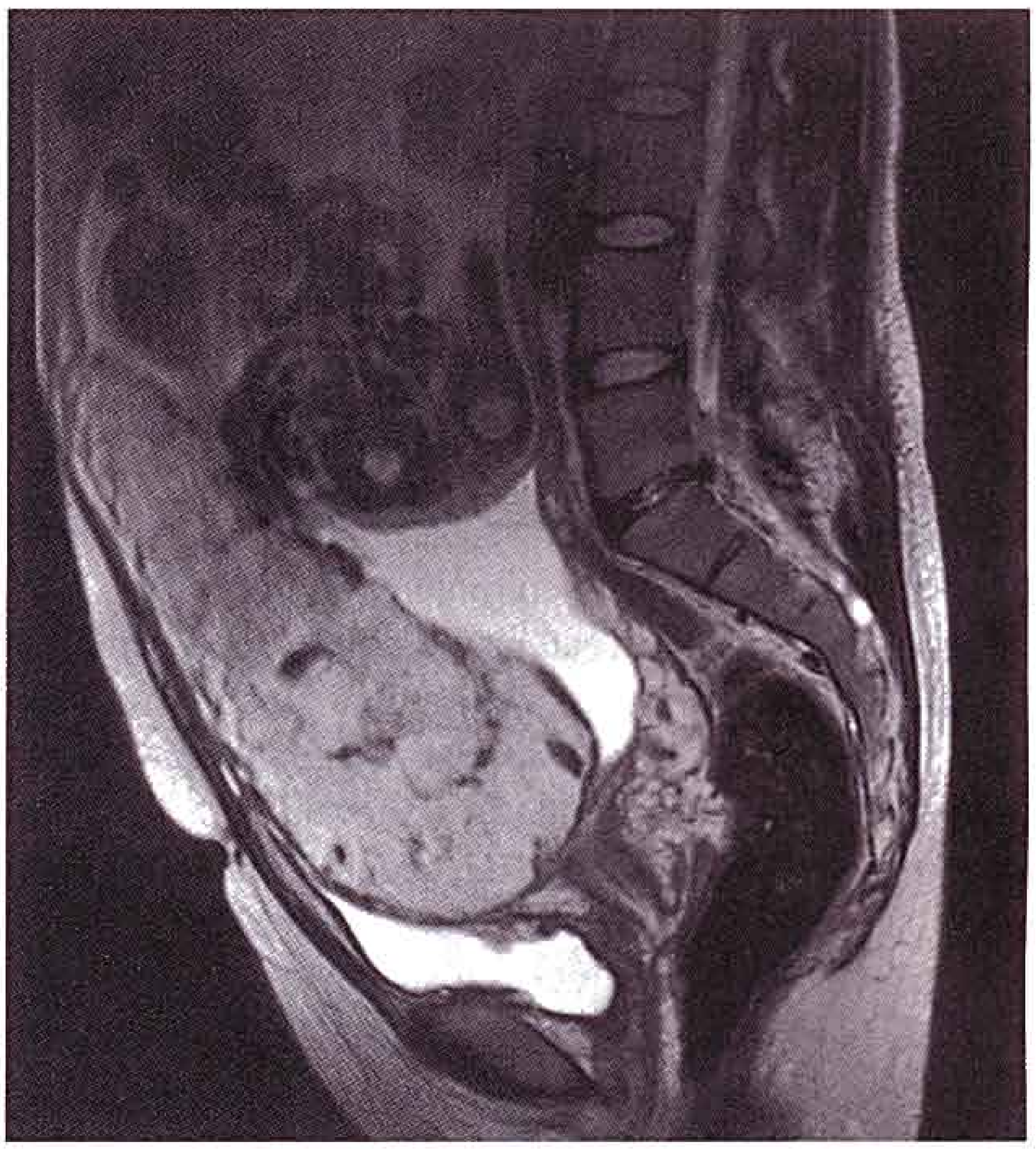


Fig. 1.9 Imagen sagital de resonancia magnética de la parte inferior del abdomen y la pelvis de una mujer embarazada.

Mediante la alteración de la secuencia de pulsos a la que son sometidos los protones, se pueden evaluar diferentes propiedades de los protones. A estas propiedades se denomina *«ponderación»* de la imagen. Mediante la alteración de la secuencia de pulso y de los parámetros de exploración se pueden obtener imágenes ponderadas en T1 y en T2. Las diferencias entre estas secuencias de imágenes dan lugar a diferencias en el contraste de la imagen, de forma que se acentúan y optimizan diferentes características tisulares.

Desde el punto de vista clínico:

- La mayoría de las imágenes en T1 muestran el líquido negro y la grasa brillante, por ejemplo dentro del encéfalo el líquido cefalorraquídeo (LCR) se ve negro.
- Las imágenes ponderadas en T2 demuestran alta intensidad de señal del líquido y una señal intermedia de la grasa, por ejemplo en el cerebro el LCR aparece blanco.

La RM también puede utilizarse para evaluar el flujo dentro de los vasos y para obtener angiogramas complejos de la circulación periférica y cerebral.

Medicina nuclear

La medicina nuclear incluye la obtención de imágenes utilizando los rayos gamma, que son otro tipo de radiación electromagnética. La diferencia fundamental entre los rayos gamma y los rayos X es que los rayos gamma son producidos dentro del núcleo de un átomo cuando un núcleo inestable se descompone, mientras que los rayos X son producidos por el bombardeo de un átomo con electrones.

Para visualizar un área, el paciente debe recibir un emisor de rayos gamma, el cual debe disponer de ciertas propiedades para resultar útil, incluyendo:

- Una vida media razonable (p. ej., entre 6 y 24 horas).
- Una radiación gamma fácilmente medible.
- Depósito de energía con una dosis tan baja como sea posible en los tejidos.

El radionúclido (radioisótopo) más habitualmente utilizado es el tecnecio 99m. Puede inyectarse como una sal de tecnecio o combinado con otras moléculas complejas. Por ejemplo, combinando el tecnecio 99m con metilen difosfato (MDF) se obtiene un radiofármaco. Cuando se inyecta en el cuerpo, este radiofármaco se une específicamente al hueso, lo que permite la evaluación del esqueleto. De manera similar, combinando el tecnecio 99m con otros compuestos se pueden evaluar otras partes del cuerpo, por ejemplo el tracto urinario y el flujo sanguíneo cerebral.

Tras la inyección, y dependiendo de cómo se absorba, distribuya, metabolice y excrete el radiofármaco en el cuerpo, se obtienen imágenes a través de una gammacámara (fig. 1.10).

Fig. 1.10 Gammacámara.

Tomografía por emisión de positrones

La tomografía por emisión de positrones (PET) es una modalidad de obtención de imágenes por la detección de radionúclidos emisores de positrones. Un positrón es un anti-electrón, que es una partícula de antimateria cargada positivamente. Los positrones se emiten por la desintegración de radionúclidos ricos en protones. La mayoría de estos radionúclidos se generan en un ciclotrón y tienen unas vidas medias extremadamente cortas.

El radionúclido más utilizado comúnmente en el PET es la fluorodeoxiglucosa (FDG) marcada con flúor 18 (un emisor de positrones). Los tejidos que se encuentran metabolizando activamente glucosa captan este compuesto y la elevada concentración localizada resultante de esta molécula se detecta como una «mancha caliente» en comparación con la emisión de fondo.

La PET se ha convertido en una importante modalidad de obtención de imágenes para la detección de neoplasias y la evaluación de su tratamiento y recidiva.

INTERPRETACIÓN DE LAS IMÁGENES

Los estudios de imagen son necesarios en la mayoría de especialidades clínicas para diagnosticar cambios patológicos en los tejidos. Resulta fundamental apreciar lo que es normal y anormal. Una aproximación a cómo se obtiene la imagen, cuáles son las variantes anatómicas y qué consideraciones técnicas son necesarias para llegar a un diagnóstico radiológico. Sin comprender la anatomía de la región en estudio no se puede determinar lo que es anómalo.

Radiografía simple

Las radiografías simples son indudablemente la forma más común de imagen que se obtiene en un hospital o centro sanitario local. Antes de su interpretación, resulta importante conocer la técnica de obtención de las imágenes y las proyecciones realizadas de modo estándar.

En la mayoría de los casos (exceptuando la radiografía de tórax) el tubo de rayos X está situado a 1 metro de la película de rayos X. El objeto en estudio, por ejemplo la mano o el pie, se coloca sobre la película. Cuando se describe la posición de un sujeto que está siendo radiografiado, la parte más próxima al tubo de rayos X es descrita como «anterior» y la más próxima a la placa como «posterior». Cuando se ve una radiografía sobre un negatoscopio, el lado derecho del paciente está situado a la izquierda del observador, viéndose, por tanto, en posición anatómica.

Radiografía de tórax

La radiografía de tórax es una de las radiografías simples más frecuentemente solicitadas. Se adquiere la imagen en bipedestación y con el paciente situado posteroanteriormente (radiografía de tórax PA).

En ocasiones, cuando los pacientes se encuentran demasiado mal como para mantener la bipedestación, las placas se adquieren en cama en posición anteroposterior (AP). Estas placas están menos estandarizadas que las radiografías PA y siempre hay que tener precaución cuando se interpretan radiografías AP.

La radiografía simple de tórax debe siempre evaluarse respecto a su calidad. Hay que colocar marcadores en el lado apropiado (en ocasiones los pacientes presentan dextrocardia, lo que puede malinterpretarse si se coloca mal el marcador). Una radiografía de tórax de buena calidad pondrá de manifiesto los pulmones, el contorno mediastínico, el diafragma, las costillas y las partes blandas periféricas.

Radiografía de abdomen

Las radiografías simples de abdomen se obtienen en AP en decúbito supino. En ocasiones, hay que obtener una radiografía de abdomen en bipedestación cuando se sospecha una obstrucción de intestino delgado.

Exploraciones gastrointestinales con contraste

Se hace ingerir un medio de contraste de alta densidad para opacificar el esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Como se describió anteriormente (págs. 1-6), se insufla el intestino con aire (o dióxido de carbono) para obtener estudios con doble contraste. En muchos países, la endoscopia ha sustituido a la obtención de imágenes del tracto gastrointestinal superior, pero la base del estudio por imagen del intestino delgado es el enema de bario con doble contraste. Típicamente, el paciente necesita someterse a una preparación del intestino, que incluye la utilización de catárticos potentes para vaciarlo de contenido. En el momento de la exploración, se introduce un pequeño tubo por el recto y se inyecta una suspensión de bario en el colon. El paciente es sometido a una serie de giros y vueltas de forma que el contraste difunda a través de todo el intestino grueso. Se vacía el contraste y se introduce aire a través del mismo tubo para insuflar el colon. Una fina película de bario cubre la mucosa normal, lo que permite la visualización de detalles de la mucosa (v. fig. 1.4).

Estudios urológicos con contraste

La urografía intravenosa es la exploración estándar para la evaluación del tracto urinario. Se inyecta un medio de contraste intravenoso y se obtienen imágenes a medida que es excretado a través de los riñones. Se obtiene una serie de placas durante este período desde una radiografía inmediatamente postinyección hasta una placa aproximadamente 20 minutos después, cuando la vejiga esté llena de medio de contraste.

Esta serie de radiografías demuestra los riñones, los uréteres y la vejiga, y permite la evaluación del retroperitoneo y de otras estructuras que puedan ejercer presión sobre el tracto urinario.

Tomografía computarizada

La tomografía computarizada es la terminología preferida sobre tomografía computada, aunque ambos términos son utilizados indistintamente por los médicos.

Los principios generales de la tomografía computarizada fueron descritos en las páginas 1-8. También resulta importante para el estudiante comprender la presentación de las imágenes. La mayoría de las imágenes se adquieren en el plano axial y se ven de forma que el observador las visualice desde abajo hacia la cabeza (desde los pies de la cama). Ello implica que:

- El lado derecho del paciente se sitúa en la parte izquierda de la imagen.
- El margen superior de la imagen es anterior.

Esta técnica de visualización de las imágenes de TC se aplica a todo el cuerpo. Cualesquiera cambios respecto a este estándar deben indicarse siempre.

A muchos pacientes se les administra un agente de contraste oral e intravenoso para diferenciar las asas intestinales de otros órganos abdominales y para evaluar la vascularización de estructuras anatómicas normales. Cuando se administra contraste intravenoso, cuanto antes se obtengan las imágenes mayor será la probabilidad de que exista realce de las arterias. A medida que se retrase el tiempo entre la inyección y la adquisición de las imágenes, también se obtendrán unas fases venosas y de equilibrio.

La mayor ventaja de la exploración por TC es su capacidad para extender y reducir la escala de grises con el fin de visualizar los huesos, las partes blandas y los órganos viscerales. Al cambiar los niveles de la ventana y su centraje, se le da al médico una información específica sobre estas estructuras.

Resonancia magnética

No hay duda de que la RM ha revolucionado la comprensión e interpretación del cerebro y de sus cubiertas. Es más, ha alterado significativamente la práctica de la medicina y cirugía musculoesqueléticas. Se pueden obtener imágenes en cualquier plano y en la mayoría de las secuencias. Típicamente las imágenes se ven siguiendo los mismos criterios que las de TC. También se emplean medios de contraste intravenosos para lograr una mayor resolución de contraste tisular. Típicamente, los medios de contraste para RM contienen sustancias paramagnéticas (p. ej., gadolinio y manganeso).

Medicina nuclear

La mayoría de las imágenes de medicina nuclear son estudios funcionales. Las imágenes suelen interpretarse directamente en un ordenador y se obtiene una serie de placas representativas para su utilización clínica.

LA SEGURIDAD EN LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES

Siempre que se somete a un paciente a rayos X o a un estudio de medicina nuclear, sufre una dosis de radiación (tabla 1-1). Como principio general, se espera que la dosis administrada sea lo más baja que sea razonablemente posible para la obtención de una imagen diagnóstica. Numerosas leyes regulan la cantidad de exposición a la radiación a que puede ser sometido un paciente para una variedad de procedimientos y éstos deben ser monitorizados para evitar cualquier exceso o dosis adicional. Siempre que se solicite una radiografía, el médico prescriptor debe establecer la necesidad para la exploración y tener cierto conocimiento sobre la dosis administrada al paciente con el fin de asegurarse de que los beneficios superan a los riesgos.

Técnicas de imagen como la ecografía y la RM resultan ideales porque no comportan ningún riesgo significativo para los pacientes. Es más, la ecografía es la modalidad de elección para la evaluación del feto.

Cualquier dispositivo de obtención de imágenes es caro y, en consecuencia, cuanto más compleja sea la técnica de imagen (p. ej., la RM) más cara resultará la exploración. Deben llevarse a cabo las exploraciones de forma sensata, basadas en una historia clínica segura y en la exploración física, para lo cual resulta vital una comprensión de la anatomía.

Tabla 1.1 Dosis aproximada de exposición a la radiación en orden de magnitud

Exploración	Dosis efectiva típica (mSv)	Duración equivalente de exposición ambiental
Radiografía de tórax	0,02	3 días
Radiografías de abdomen	1,00	6 meses
Urografía intravenosa	2,50	14 meses
Estudio de TC craneal	2,30	1 año
Estudio de TC de abdomen y pelvis	10,00	4,5 años

2

La región dorsal del tronco

Conceptos generales 14

Anatomía regional 26

Anatomía de superficie 89

Casos clínicos 95

Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

La región dorsal del tronco incluye la parte posterior del cuerpo y proporciona el eje musculoesquelético de soporte para el tronco. Los elementos óseos consisten principalmente en las vértebras, aunque los elementos proximales de las costillas, la parte superior de los huesos pélvicos y las zonas posterobasales del cráneo contribuyen al marco esquelético de esta zona (fig. 2.1).

Músculos asociados interconectan las vértebras y las costillas entre sí, con la pelvis y el cráneo. Esta región contiene la médula espinal y las zonas proximales de los nervios raquídeos, los cuales envían a y reciben información de la mayor parte del cuerpo.

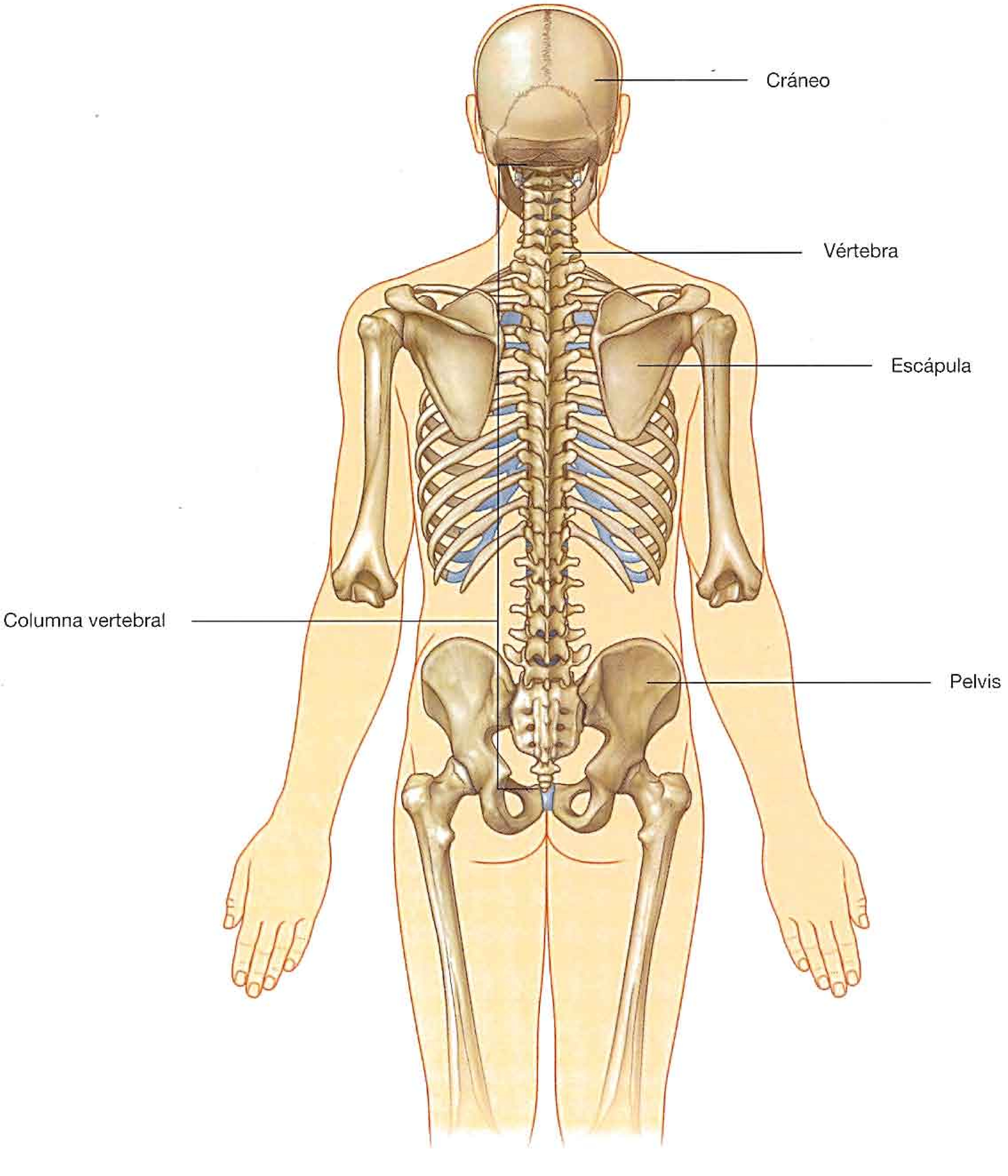


Fig. 2.1 Marco esquelético de la región dorsal del tronco.

FUNCIONES

Soporte

Los elementos esqueléticos y musculares de la región dorsal del tronco soportan el peso corporal, transmiten las fuerzas a través de la pelvis a los miembros inferiores, soportan y mantienen la cabeza, refuerzan y ayudan a maniobrar a los miembros superiores. La columna vertebral está situada en la parte posterior del cuerpo en la línea media. En la visión lateral presenta una serie de curvaturas (fig. 2.2):

- La curvatura primaria de la columna vertebral es de concavidad anterior, reflejando la forma original del embrión, y se mantiene en las regiones torácica y sacra en los adultos.
- Curvaturas secundarias, de concavidad posterior, se forman en las regiones cervical y lumbar, y llevan el centro de gravedad a una línea vertical, lo que permite que el peso del cuerpo se balancee sobre la columna vertebral de forma que se gaste la mínima cantidad de energía muscular para mantener una bipedestación erguida.

A medida que las fuerzas sobre la región dorsal del tronco aumentan desde la región cervical a la lumbar, los problemas en la parte baja de la región dorsal del tronco son habituales.

Movimiento

Los músculos de la región dorsal del tronco incluyen los grupos extrínseco e intrínseco:

- Los músculos extrínsecos de la región dorsal del tronco mueven los miembros superiores y las costillas.
- Los músculos intrínsecos de la región dorsal del tronco mantienen la postura y mueven la columna vertebral. Estos movimientos incluyen la flexión (arqueamiento anterior), la extensión, la flexión lateral y la rotación (fig. 2.3).

Aunque la amplitud de movimiento entre dos vértebras cualesquiera es limitado, los efectos entre las vértebras son aditivos a lo largo de toda la longitud de la columna vertebral. Además, la libertad de movimientos y la extensión se ven limitadas en la región torácica en relación con la parte lumbar de la columna vertebral. Los músculos de la zona más anterior flexionan la columna vertebral.

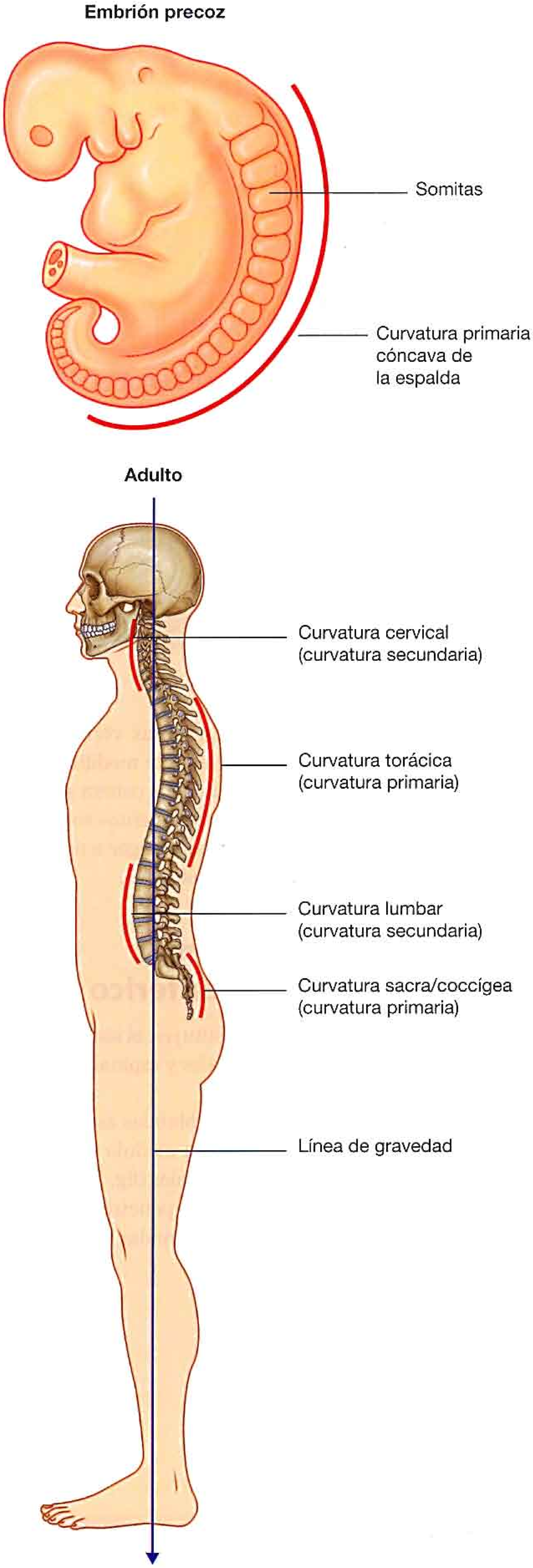


Fig. 2.2 Curvaturas de la columna vertebral.

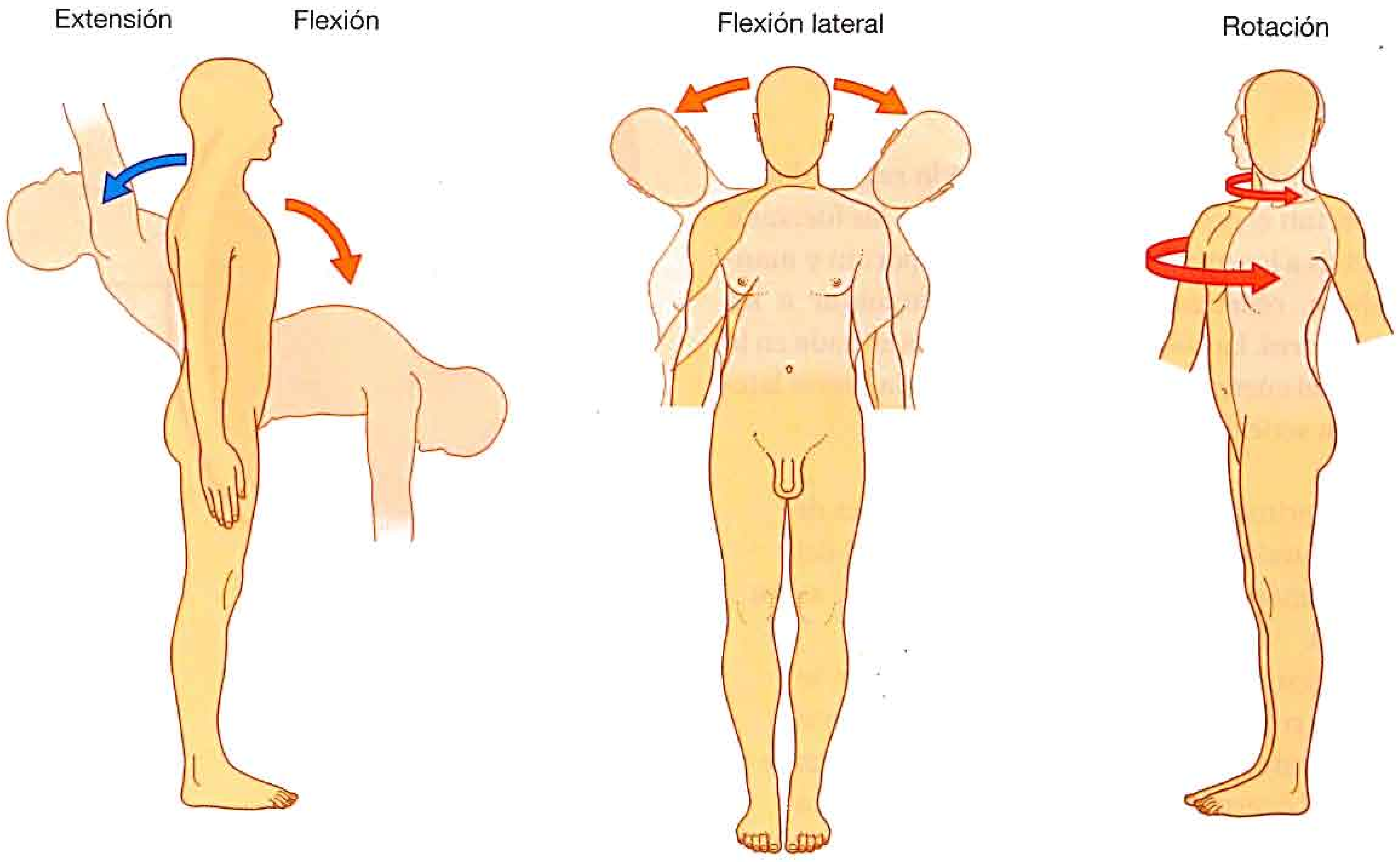


Fig. 2.3 Movimientos del tronco.

En la región cervical, las dos primeras vértebras y los músculos asociados están específicamente modificados para soportar y mantener la cabeza erguida. La cabeza se flexiona y extiende en un movimiento de «asentimiento» sobre la vértebra C1, y la rotación de la cabeza tiene lugar a medida que la vértebra C1 se mueve sobre la vértebra C2.

Protección de los sistemas nerviosos central y periférico

El cerebro y la médula espinal constituyen el sistema nervioso central (SNC); los nervios craneales y espinales forman el sistema nervioso periférico (SNP).

La columna vertebral y las partes blandas asociadas de la región dorsal del tronco contienen la médula espinal y las partes proximales de los nervios espinales (fig. 2.4). Las partes más distales de los nervios espinales penetran en otras regiones del cuerpo, incluyendo determinadas regiones de la cabeza.

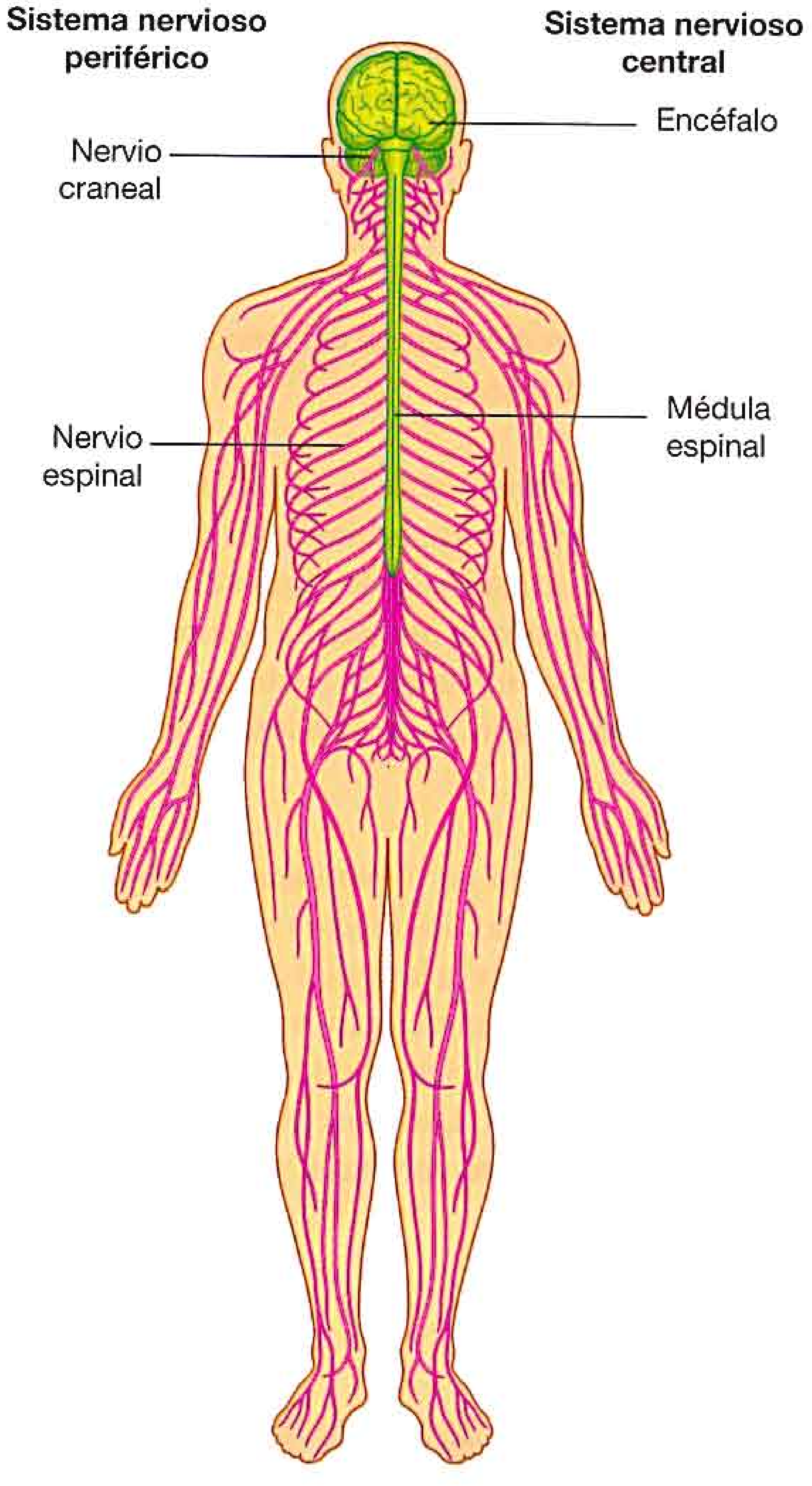


Fig. 2.4 Sistema nervioso.

COMPONENTES

Huesos

Los principales huesos de la región dorsal del tronco son las 33 vértebras (fig. 2.5). El número y las características específicas de las vértebras varían dependiendo de la región del cuerpo a la cual están asociadas. Hay siete vértebras cervicales, doce torácicas, cinco lumbares, cinco sacras y tres o cuatro coccígeas. Las vértebras sacras se fusionan en un elemento óseo único, el sacro. Las vértebras coccígeas son rudimentarias en su estructura, varían en número entre tres y cuatro y a menudo se fusionan en un cóccix único.

Una vértebra típica

Una vértebra típica consta de un cuerpo y un arco vertebrales (fig. 2.6).

El cuerpo vertebral está en posición anterior y es el principal componente del mantenimiento del peso del cuerpo. Aumenta

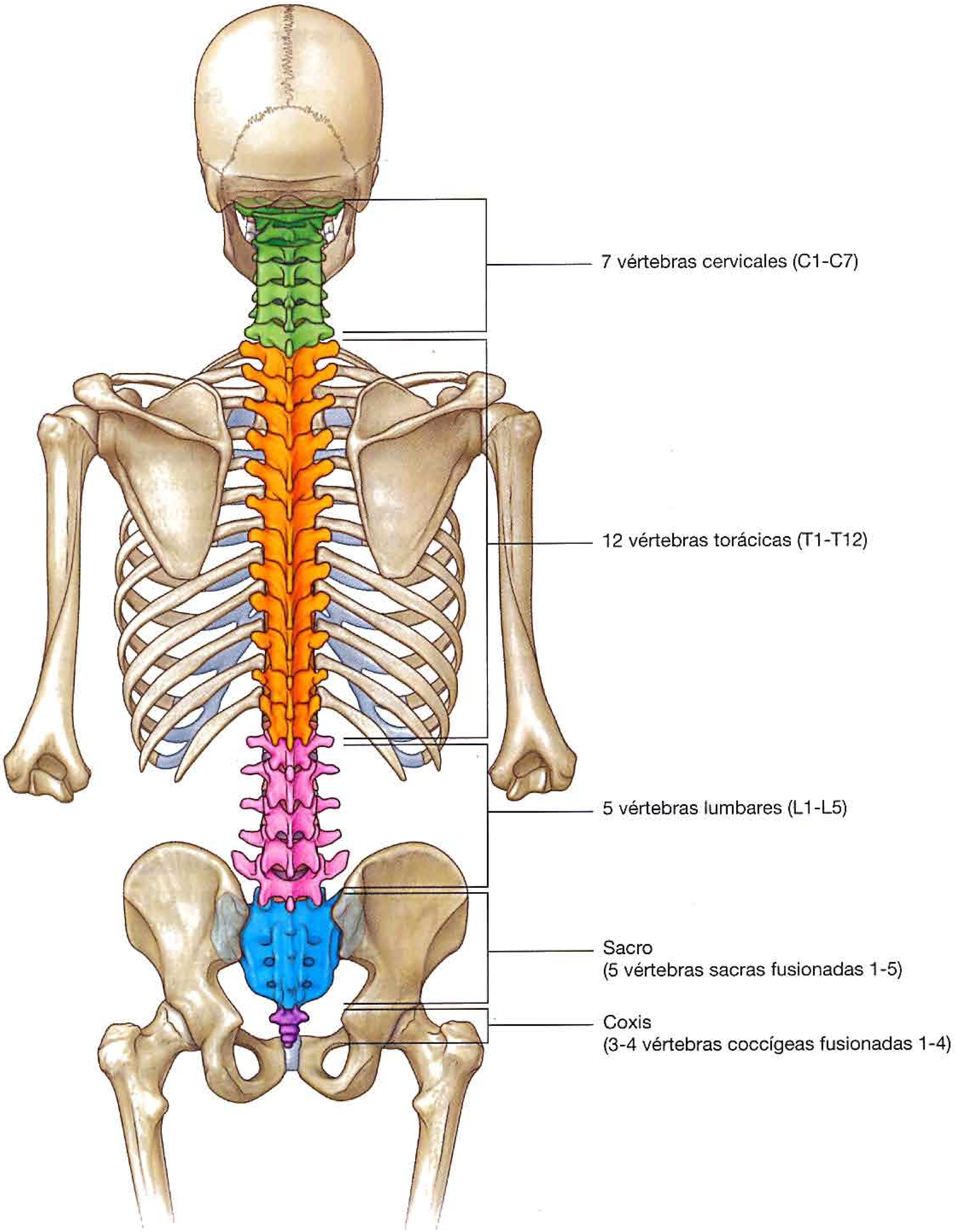


Fig. 2.5 Las vértebras.

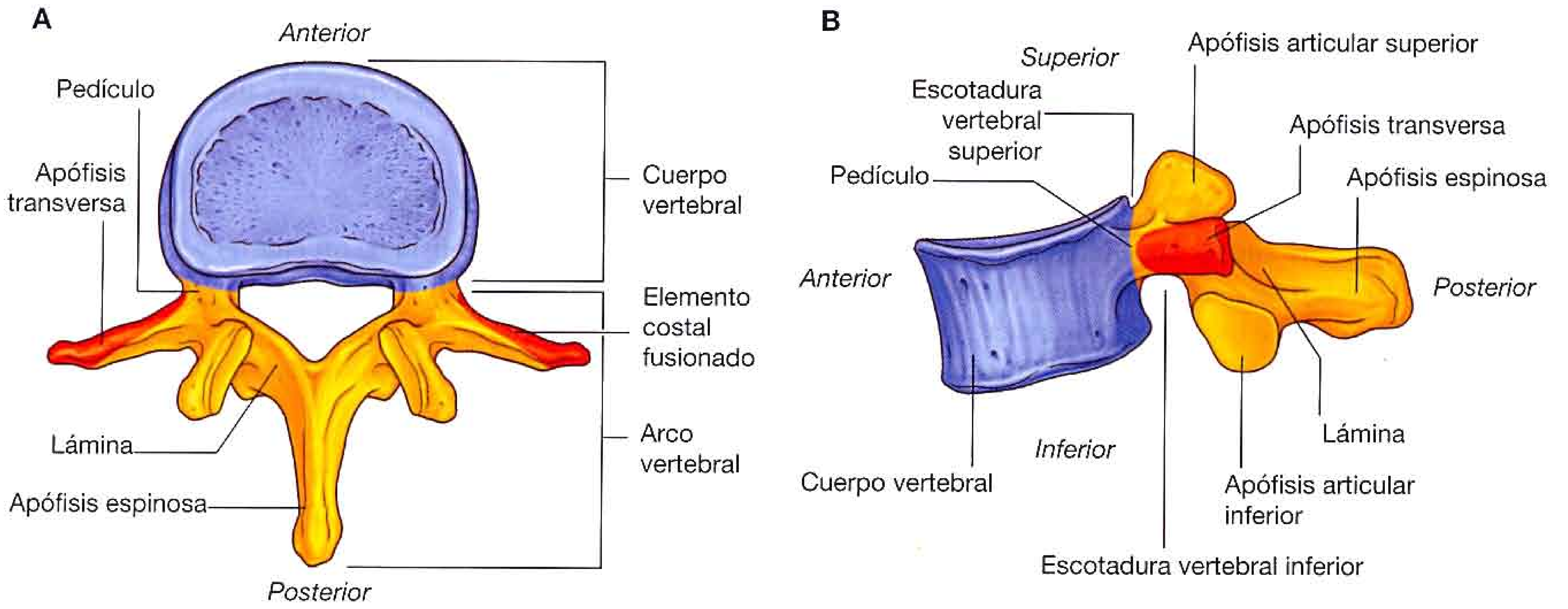


Fig. 2.6 Una vértebra tipo. **A.** Visión superior. **B.** Visión lateral.

en tamaño desde la vértebra C1 a la L5. Discos intervertebrales fibrocartilaginosos separan los cuerpos vertebrales de las vértebras adyacentes.

El arco vertebral está firmemente unido a la superficie posterior del cuerpo vertebral por dos pedículos, que forman los pilares laterales del arco vertebral. El techo del arco vertebral está formado por las láminas derecha e izquierda, las cuales se fusionan en la línea media.

Los arcos vertebrales de las vértebras están alineados para formar las paredes lateral y posterior del canal vertebral, el cual se extiende desde la primera vértebra cervical (C1) hasta la última vértebra sacra (vértebra sacra S5). Este canal óseo contiene la médula espinal y sus membranas protectoras, conjuntamente con los vasos sanguíneos, tejido conjuntivo, grasa y la parte proximal de los nervios espinales.

El arco vertebral de una vértebra típica tiene varias extensiones características, que sirven para:

- Inserción de músculos y ligamentos.
- Palancas para la acción de los músculos.
- Puntos de articulación con las vértebras adyacentes.

Una apófisis espinosa se proyecta en sentido posterior y generalmente inferior desde el techo del arco vertebral.

A cada lado del arco vertebral, una apófisis transversa se extiende lateralmente desde la zona donde la lámina contacta con el pedículo. Desde la misma zona, una apófisis articular superior y otra inferior se articulan con procesos similares en las vértebras adyacentes.

Cada vértebra también contiene elementos costales. En el tórax, estos elementos son grandes y forman costillas, las cuales se articulan con los cuerpos vertebrales y las apófisis transversas. En el resto de regiones, estos elementos costales son pequeños y están incorporados a las apófisis transversas. Ocasionalmente, se desarrollan en costillas en regiones diferentes del tórax, habitualmente en las regiones cervical inferior y lumbar superior.

Músculos

Se pueden clasificar los músculos de la región dorsal del tronco como extrínsecos o intrínsecos en base a su origen embriológico y tipo de inervación (fig. 2.7).

Los músculos extrínsecos están implicados en movimientos de los miembros superiores y de la pared torácica y, en general, se encuentran inervados por los ramos anteriores de los nervios espinales. El grupo superficial de estos músculos está relacionado con los miembros superiores, mientras que la capa intermedia de músculos se asocia con la pared torácica.

Todos los músculos intrínsecos de la región dorsal del tronco son profundos en su localización y están inervados por los ramos posteriores de los nervios espinales. Soportan y mueven la columna vertebral y participan en los movimientos de la cabeza. Un grupo de músculos intrínsecos también mueve las costillas con relación a la columna vertebral.

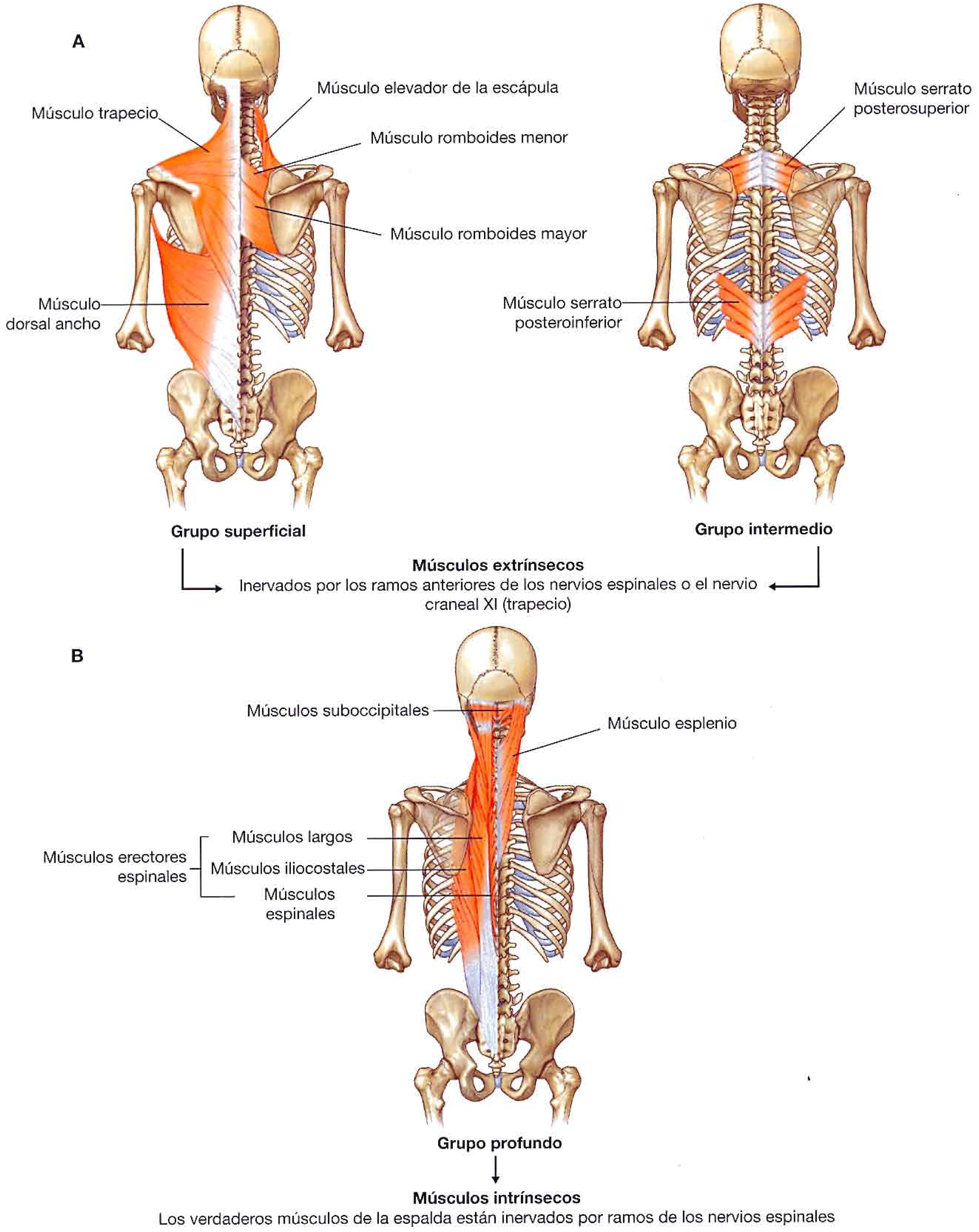


Fig. 2.7 Músculos de la región dorsal del tronco.

Canal vertebral

La médula espinal se encuentra dentro del canal óseo formado por las vértebras adyacentes y elementos de partes blandas (el canal vertebral) (fig. 2.8):

- La pared anterior está formada por los cuerpos vertebrales de las vértebras, los discos intervertebrales y los ligamentos asociados.
- Las paredes laterales y el techo están formados por los arcos vertebrales y los ligamentos.

Dentro del canal vertebral, la médula espinal está rodeada por una serie de tres membranas de tejido conjuntivo (las meninges):

- La piamadre es la membrana más interna y está íntimamente asociada con la superficie de la médula espinal.
- La segunda membrana, la aracnoides, está separada de la piamadre por el espacio subaracnoideo, que contiene líquido cefalorraquídeo.
- La más gruesa y externa de las membranas, la duramadre, se encuentra directamente en contacto con la aracnoides pero no está unida a ella.

En el canal vertebral, la duramadre está separada del hueso circundante por el espacio extradural (epidural) que contiene tejido conjuntivo laxo, grasa y un plexo venoso.

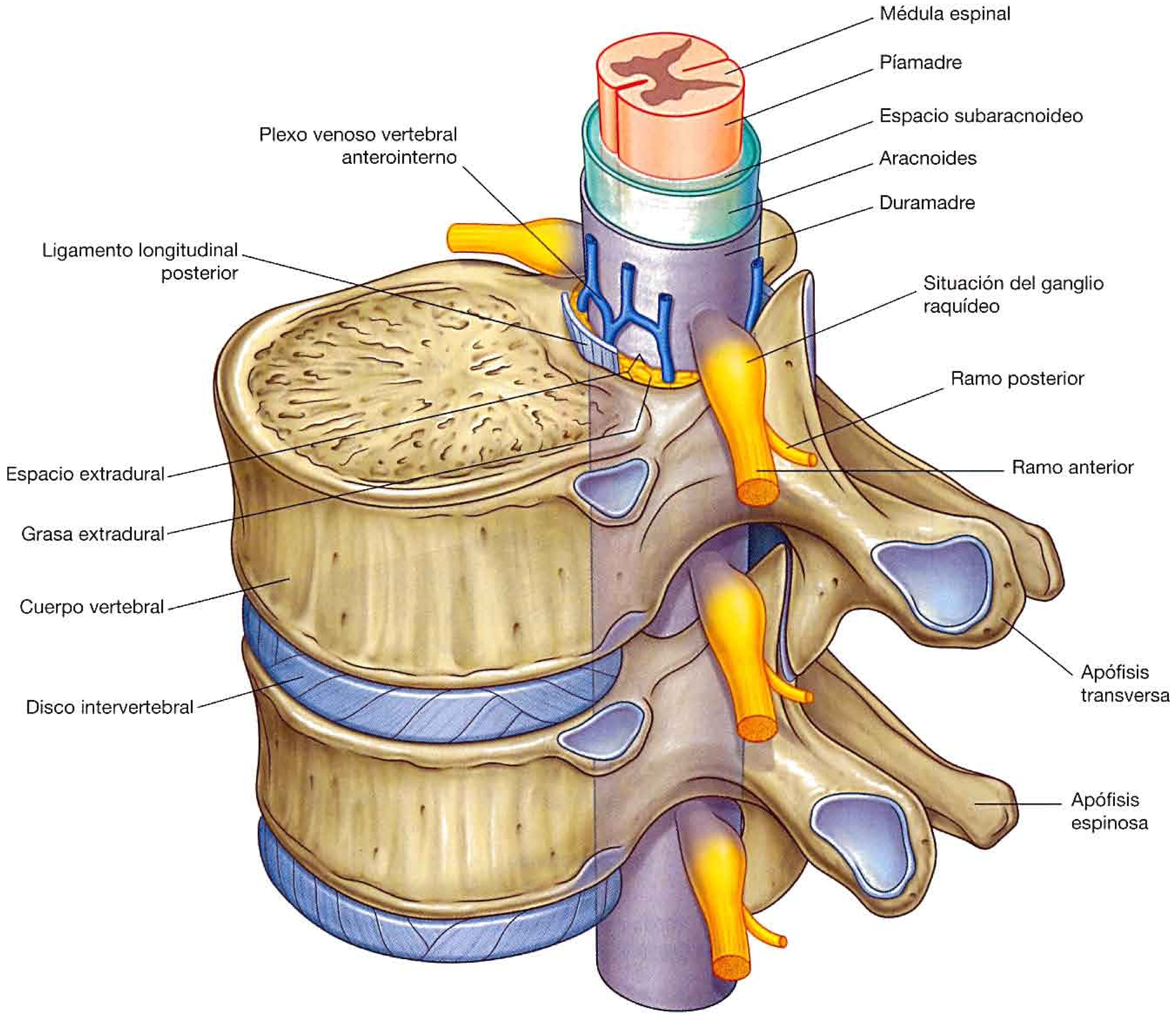


Fig. 2.8 Canal vertebral.

Nervios espinales

Los 31 pares de nervios espinales son segmentarios en su distribución y emergen del canal raquídeo entre los pedículos de las vértebras adyacentes. Hay ocho pares de nervios cervicales (C1 a C8), doce torácicos (T1 a T12), cinco lumbares (L1 a L5), cinco sacros (S1 a S5), y uno coccígeo (Co). Cada nervio está unido a la médula espinal por una raíz posterior y una raíz anterior (fig. 2.9).

Tras salir del canal vertebral, cada nervio espinal se ramifica en:

- Un ramo posterior: colectivamente, el pequeño ramo posterior inerva la región dorsal del tronco.
- Un ramo anterior: el ramo anterior, mucho mayor, inerva muchas de las restantes regiones del cuerpo exceptuando la cabeza, la cual está inervada predominantemente, pero no de forma exclusiva, por nervios craneales.

Los ramos anteriores forman los plexos somáticos principales del cuerpo (cervical, braquial, lumbar y sacro). Los componentes viscerales principales del SNP (tronco simpático y plexo prevertebral) del cuerpo también están asociados sobre todo con los ramos anteriores de los nervios espinales.

Dermatomas y miotomas

Las células precursoras que dan origen a la dermis de la piel y a gran parte de la musculatura esquelética del cuerpo derivan de grupos de células mesodérmicas llamados **somitas**, los cuales están dispuestos de forma segmentaria a lo largo de cada lado del SNC embrionario en desarrollo. La forma en

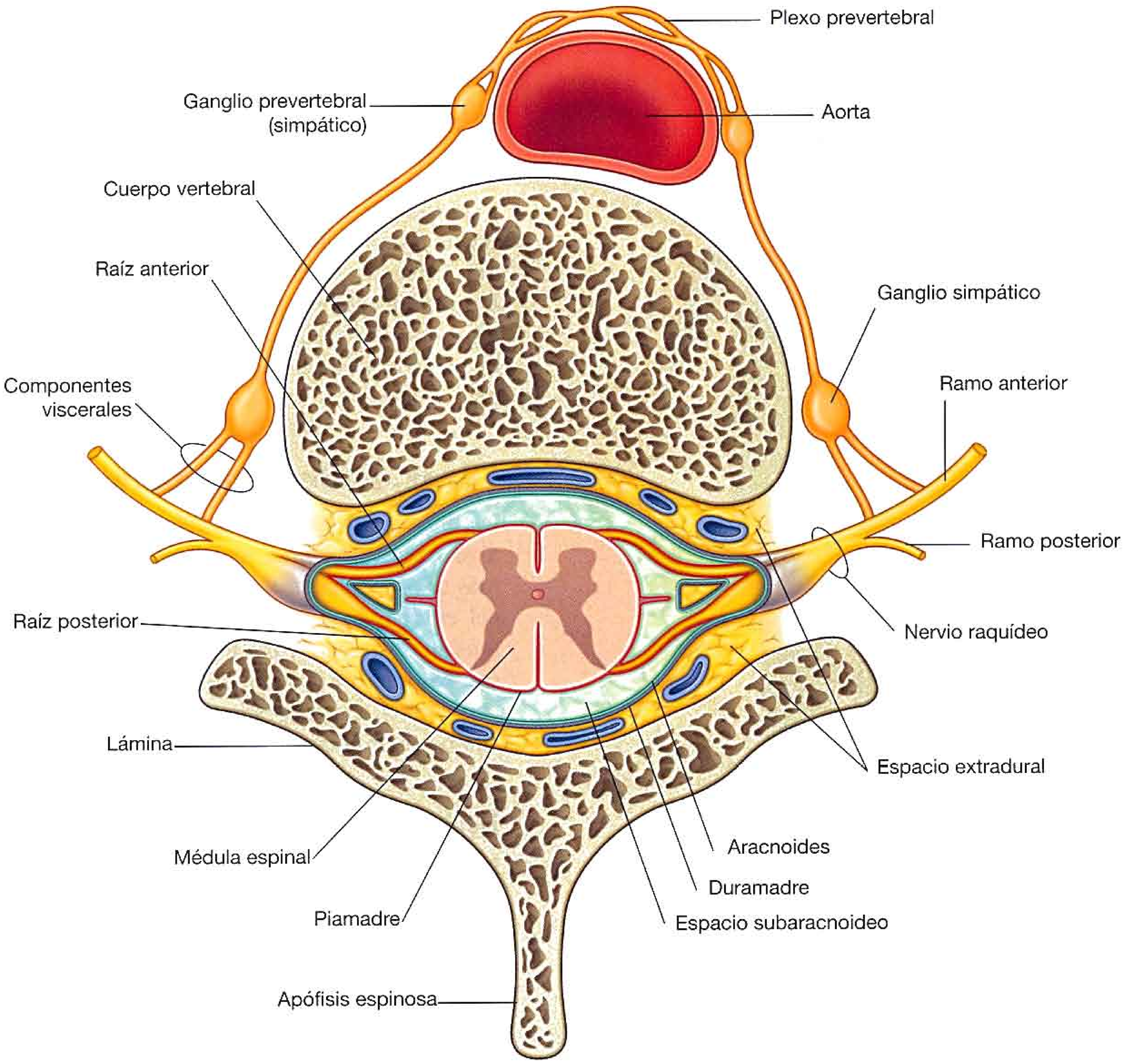


Fig. 2.9 Nervios espinales (sección transversal).

que el cuerpo adulto está inervado refleja este origen segmentario. Cada nervio espinal se desarrolla en asociación con el somita e inerva una banda específica de la piel y el grupo de fibras musculares esqueléticas que se desarrollan a partir del somita. Generalmente, las partes más superiores del cuerpo en el desarrollo están inervadas por los nervios espinales más superiores.

Clínicamente, un **dermatoma** es aquella área de la piel dependiente de un único nervio o nivel de la médula espinal.

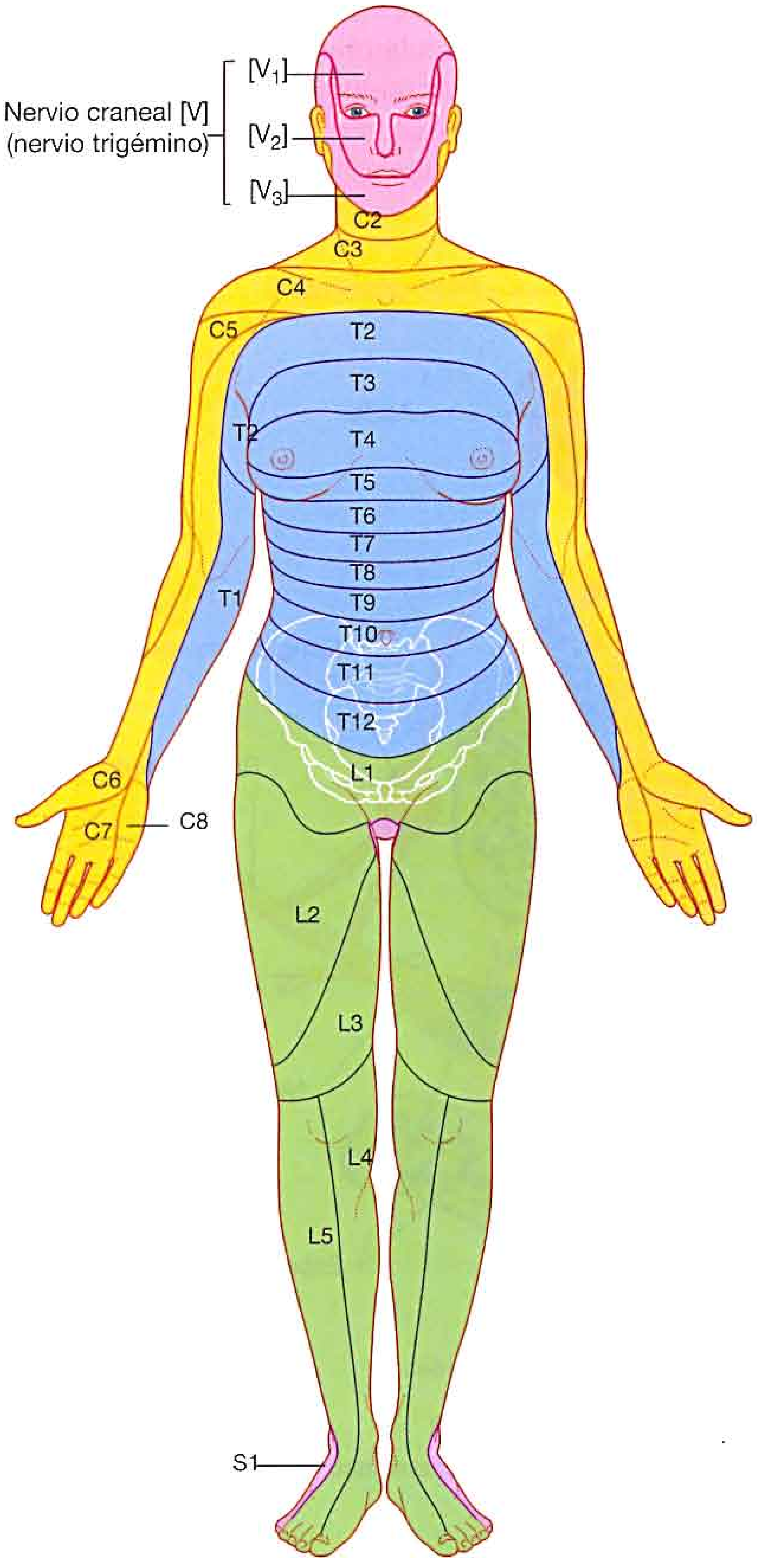


Fig. 2.10 Dermatomas (visión anterior).

Un **miotoma** es aquella región de musculatura esquelética inervada por un único nervio o nivel medular espinal. La mayoría de los músculos individuales del cuerpo se encuentran inervados por más de un nivel medular, de forma que la evaluación de los miotomas suele efectuarse comprobando los movimientos de articulaciones o grupos musculares.

Resulta absolutamente fundamental un conocimiento de los dermatomas y miotomas para realizar una exploración neurológica. El típico mapa de dermatomas se muestra en la figura 2.10.

Las partes viscerales del cuerpo también están inervadas de forma segmentaria. Por ejemplo, las fibras del dolor del corazón entran en la médula espinal a un nivel más elevado (aproximadamente T1 a T4) que aquéllas del apéndice (T10).

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Cabeza

Las regiones cervicales de la región dorsal del tronco constituyen el esqueleto, y gran parte del marco muscular del cuello, que a su vez soporta y mueve la cabeza (fig. 2.11).

El encéfalo y las meninges craneales se continúan con las meninges de la médula espinal en el agujero magno del cráneo. El par de arterias vertebrales asciende, una a cada lado, a través de agujeros en las apófisis transversas de las vértebras cervicales y pasan a través del agujero magno para participar, con las arterias carótidas internas, en el aporte sanguíneo del cerebro.

Tórax, abdomen y pelvis

Las diferentes regiones de la columna vertebral contribuyen al marco óseo del tórax, abdomen y la pelvis (fig. 2.11). Además de proporcionar soporte para cada una de estas partes del cuerpo, las vértebras proporcionan inserciones para músculos y fascias, y puntos de articulación para otros huesos. Los ramos anteriores de los nervios espinales asociados con el tórax, abdomen, y la pelvis penetran en estas zonas del cuerpo desde la región dorsal del tronco.

Miembros

Los huesos de la región dorsal del tronco proporcionan una extensa fijación para los músculos asociados con el anclaje y movimiento de los miembros superiores respecto al tronco. Ello resulta menos cierto respecto a los miembros inferiores, los cuales están firmemente anclados a la columna vertebral mediante la articulación de los huesos pélvicos con el sacro. Los miembros superiores e inferiores están inervados por ramos anteriores de los nervios raquídeos que emergen a partir de los niveles cervical y lumbosacro, respectivamente, de la columna vertebral.

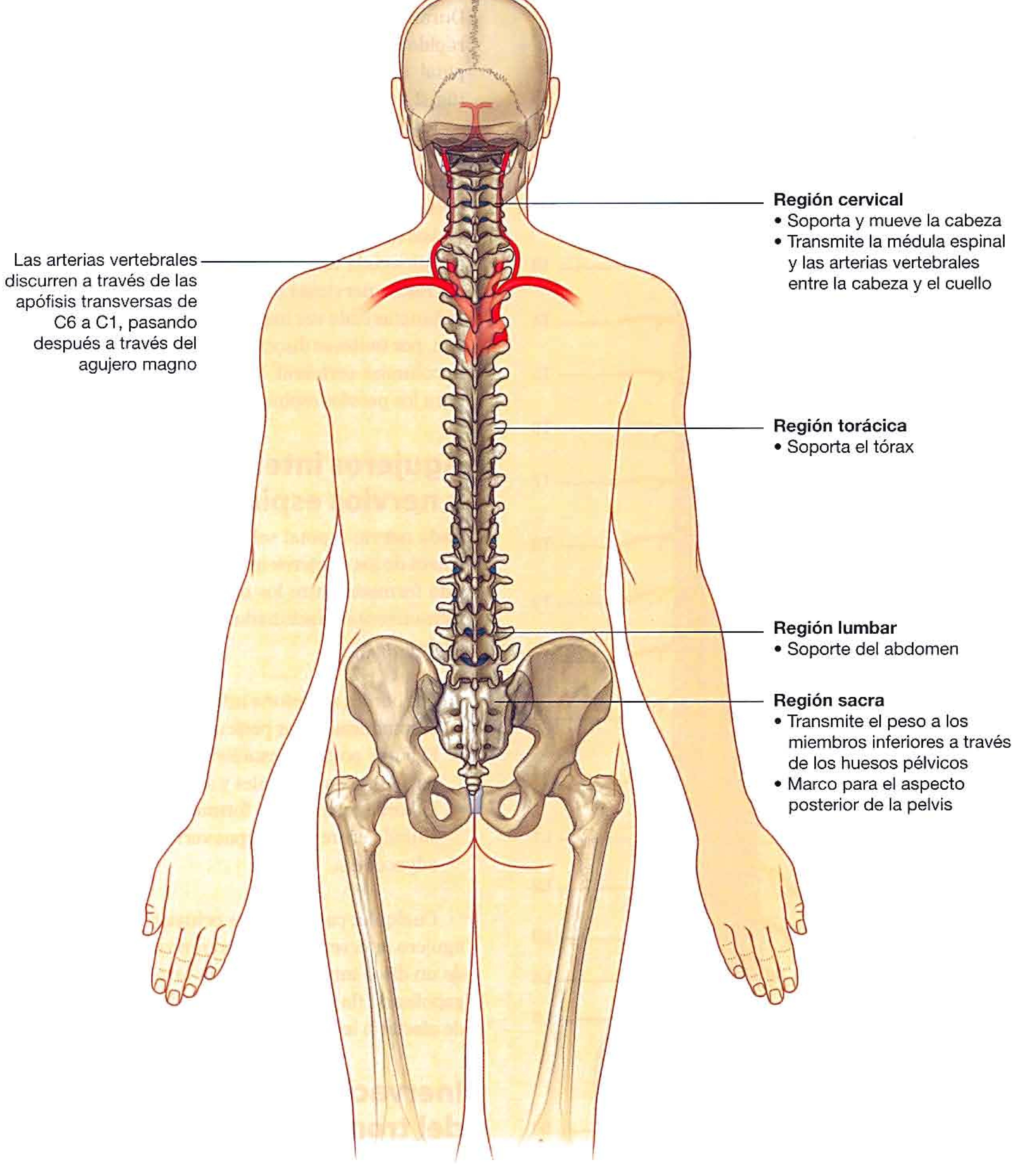


Fig. 2.11 Relaciones de la región dorsal del tronco con otras regiones.

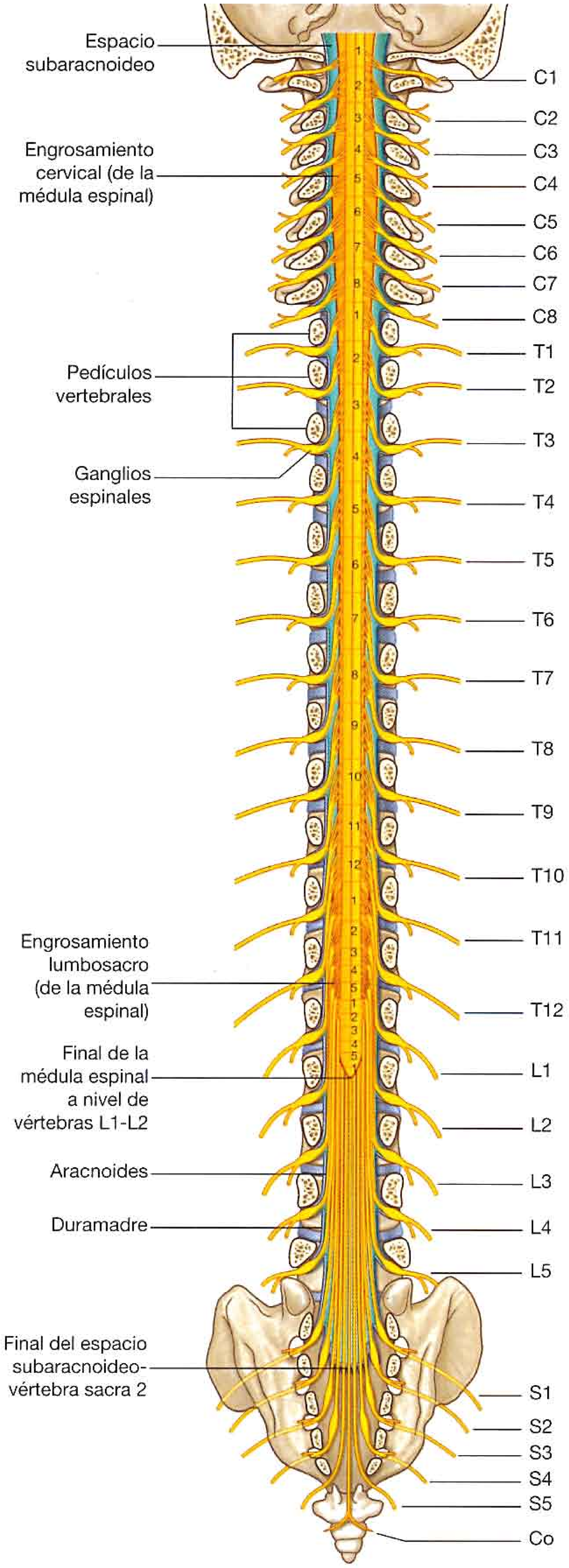


Fig. 2.12 Canal vertebral, médula espinal y nervios espinales.

ASPECTOS CLAVE

Columna vertebral larga y médula espinal corta

Durante el desarrollo, la columna vertebral crece mucho más rápido que la médula espinal. Como resultado, la médula espinal no se extiende toda la longitud del canal vertebral (fig. 2.12).

En el adulto, la médula espinal finaliza típicamente entre las vértebras L1 y L2, aunque puede finalizar tan elevada como en la vértebra T12 y tan baja como en el disco entre las vértebras L2 y L3.

Los nervios espinales se originan en la médula espinal con ángulos cada vez más oblicuos desde las vértebras C1 a Co, y las raíces nerviosas discurren dentro del canal vertebral en distancias cada vez mayores. Su nivel medular espinal de origen, por tanto, se disocia cada vez más de su nivel de salida de la columna vertebral. Esto resulta particularmente evidente para los nervios espinales lumbares y sacros.

Agujeros intervertebrales y nervios espinales

Cada nervio espinal sale del canal vertebral lateralmente a través de los agujeros intervertebrales (fig. 2.13). El agujero está formado entre los arcos vertebrales adyacentes y está íntimamente relacionado con las articulaciones intervertebrales:

- Los bordes superior e inferior están formados por escotaduras de los pedículos adyacentes.
- El borde posterior está formado por las apófisis articulares de los arcos vertebrales y su articulación asociada.
- El borde inferior está formado por el disco intervertebral situado entre los cuerpos vertebrales de las vértebras adyacentes.

Cualquier patología que ocluya o reduzca el tamaño de un agujero intervertebral, tales como una pérdida ósea, la hernia de un disco intervertebral o la luxación de la articulación cigapofisaria (la articulación entre las apófisis articulares), puede afectar a la función del nervio espinal asociado.

Inervación de la región dorsal del tronco

Ramas posteriores de los nervios espinales inervan los músculos intrínsecos de la región dorsal del tronco y la piel adyacente. La distribución cutánea de estos ramos posteriores se extiende a la región glútea del miembro inferior y a la parte posterior de la cabeza. Las partes de los dermatomas inervados por los ramos posteriores de los nervios espinales se muestran en la figura 2.14.

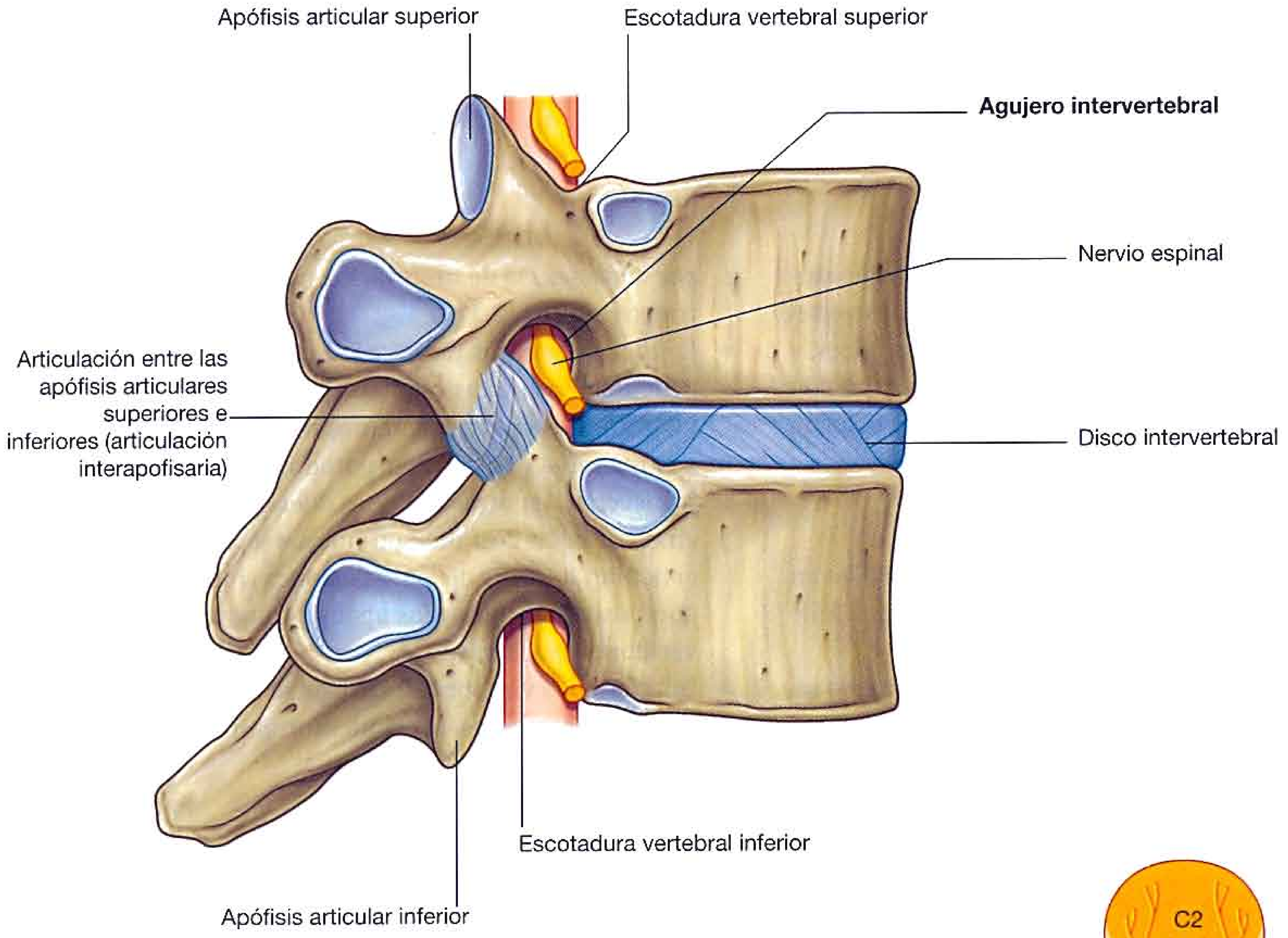


Fig. 2.13 Agujero intervertebral.

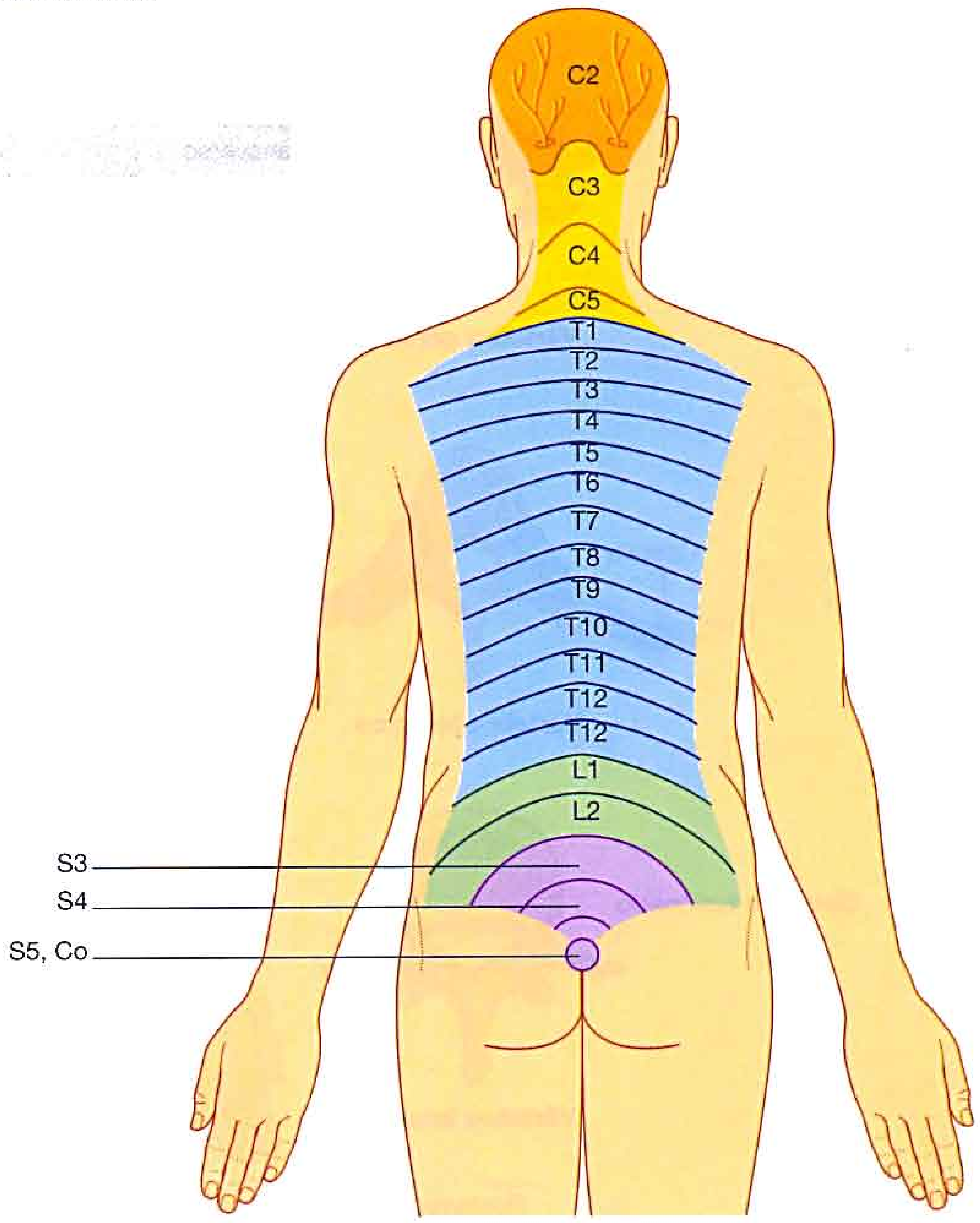


Fig. 2.14 Dermatomas inervados por los ramos posteriores de los nervios espinales.

Anatomía regional

MARCO ESQUELÉTICO

Los componentes esqueléticos de la región dorsal del tronco incluyen fundamentalmente las vértebras y los discos intervertebrales asociados. El cráneo, las escápulas, los huesos pélvicos, y las costillas también contribuyen al marco óseo de la región dorsal del tronco y proporcionan puntos de inserción muscular.

Vértebras

Hay aproximadamente 33 vértebras, que están subdivididas en cinco grupos en base a su morfología y localización (fig. 2.15):

- Las siete vértebras cervicales entre el tórax y el cráneo se caracterizan principalmente por su pequeño tamaño y por la presencia de un orificio en cada apófisis transversa (fig. 2.16).
- Las doce vértebras torácicas se caracterizan por su articulación con las costillas (fig. 2.17). Aunque todas las vértebras tienen elementos costales, estos elementos son menores y están incorporados a las apófisis transversas en otras regiones diferentes del tórax, pero en el tórax las costillas son huesos separados y se articulan a través de articulaciones sinoviales con los cuerpos vertebrales y las apófisis transversas de las vértebras asociadas.
- Inferior a las vértebras torácicas se encuentran cinco vértebras lumbares, las cuales forman el soporte

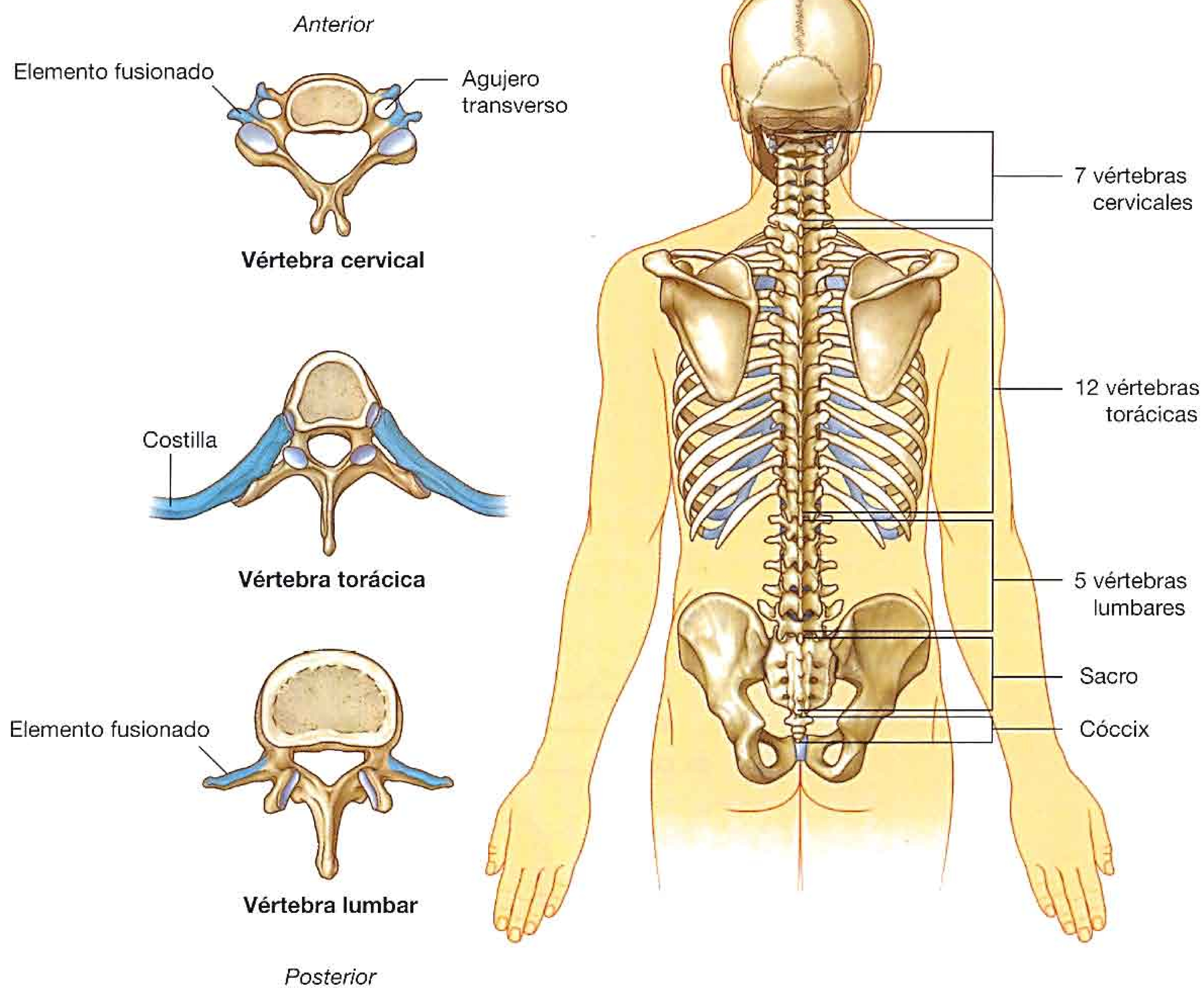


Fig. 2.15 Vértebras.

esquelético de la pared abdominal posterior y se caracterizan por su gran tamaño (fig. 2.18).

- A continuación se encuentran cinco vértebras sacras fusionadas en un hueso único llamado sacro, el cual se articula a cada lado con el hueso coxal y es un componente de la pared pélvica.
- Inferior al sacro hay un número variable, habitualmente cuatro, de vértebras coccígeas, las cuales se fusionan en un pequeño hueso triangular único llamado cóccix.

En el embrión, las vértebras se forman intersegmentariamente a partir de células llamadas esclerotomas, que se originan de los somitas adyacentes (fig. 2.19). Cada vértebra deriva de las partes craneales de los dos somitas subyacentes, uno a cada lado, y de las partes caudales de los dos somitas suprayacentes. Los nervios espinales se desarrollan segmentariamente y discurren entre las vértebras en formación.

Vértebra típica

Una vértebra típica consta de un cuerpo vertebral y de un arco vertebral posterior (fig. 2.20). Extendiéndose a partir del arco vertebral se encuentran varias apófisis para inserciones musculares y para la articulación con el hueso adyacente.

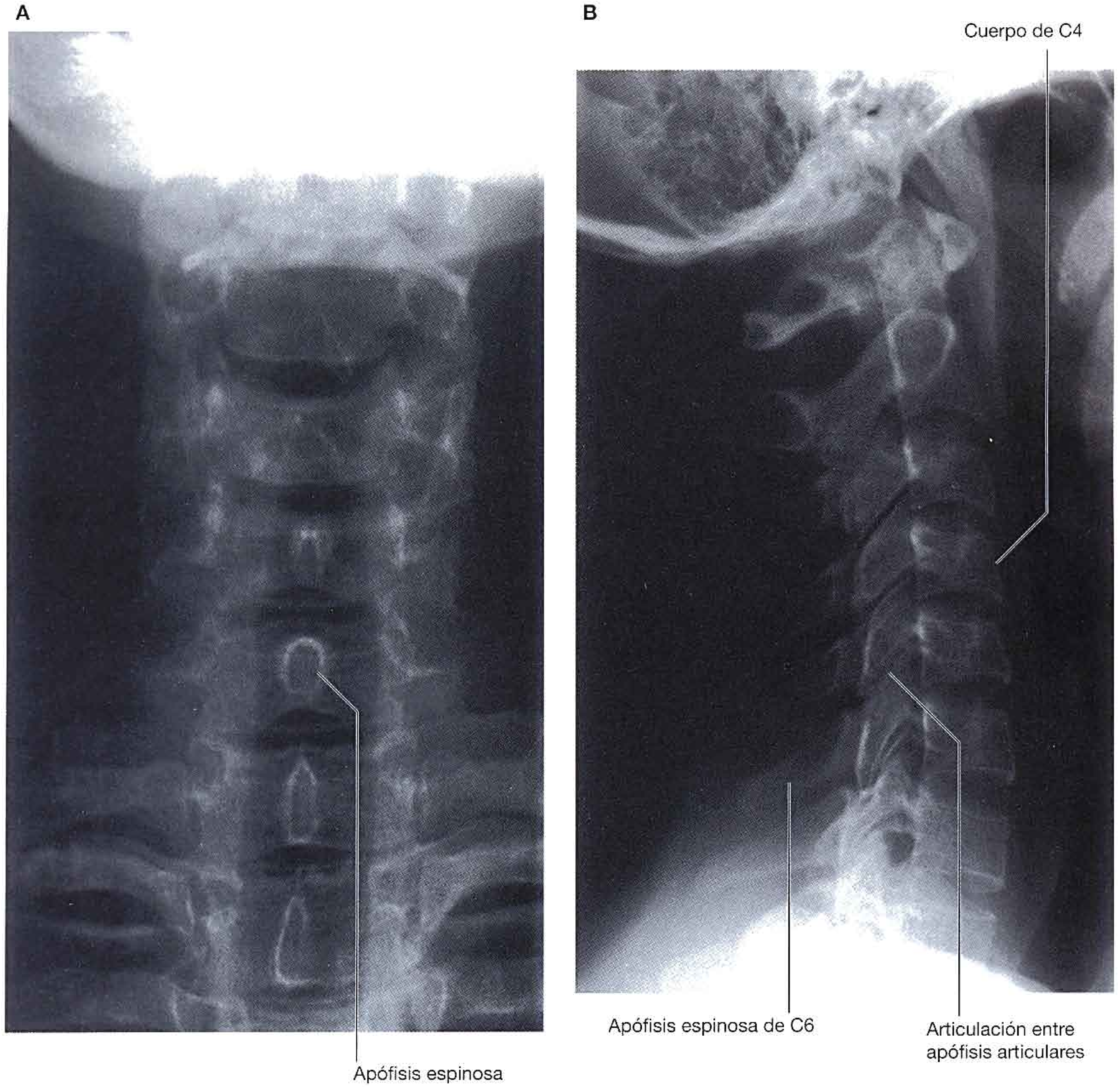


Fig. 2.16 Radiografía de la región cervical de la columna vertebral. **A.** Proyección anteroposterior. **B.** Proyección lateral.

El **cuerpo vertebral** es la parte de soporte de peso de la vértebra y está unido a los cuerpos vertebrales adyacentes por discos intervertebrales y ligamentos. El tamaño de los cuerpos vertebrales aumenta en sentido inferior ya que la cantidad de peso soportada aumenta.

El **arco vertebral** forma las partes lateral y posterior del agujero vertebral.

Los agujeros vertebrales de todas las vértebras forman conjuntamente el **canal vertebral**, el cual contiene y protege a la médula espinal. Superiormente, el canal raquídeo se

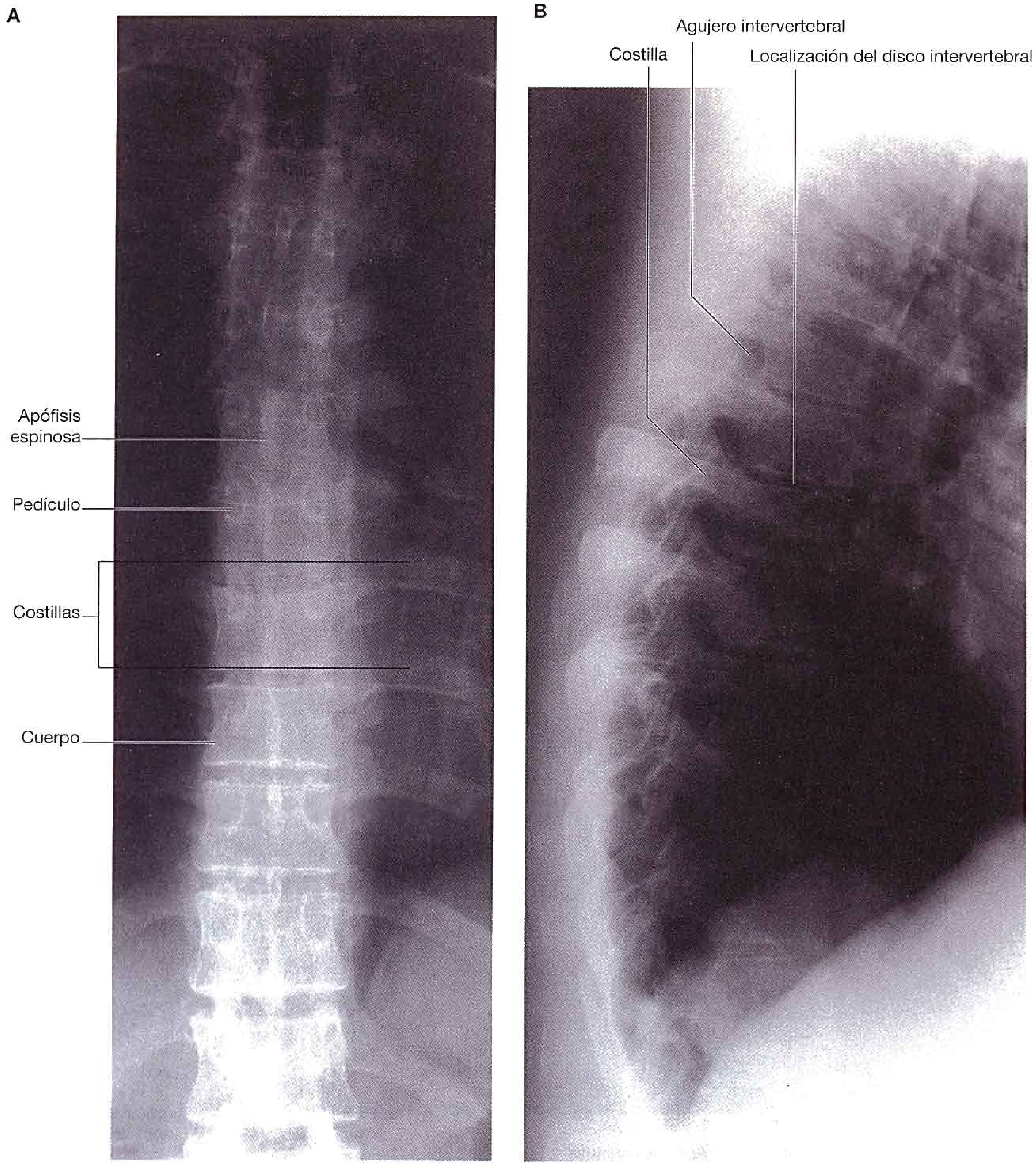


Fig. 2.17 Radiografía de la región torácica de la columna vertebral. **A.** Proyección anteroposterior. **B.** Proyección lateral.

continúa, a través del agujero magno del cráneo, con la cavidad craneal de la cabeza.

El arco vertebral de cada vértebra consta de pedículos y láminas (fig. 2.20):

- Los dos **pedículos** son pilares óseos que unen el arco vertebral al cuerpo vertebral.
- Las dos **láminas** son finas tiras aplanadas de hueso que se extienden desde cada pedículo para unirse en la línea media y formar el techo del arco vertebral.

Una **apófisis espinosa** se proyecta posterior e inferiormente desde la unión de las dos láminas y es el punto para inserciones musculares y ligamentosas.

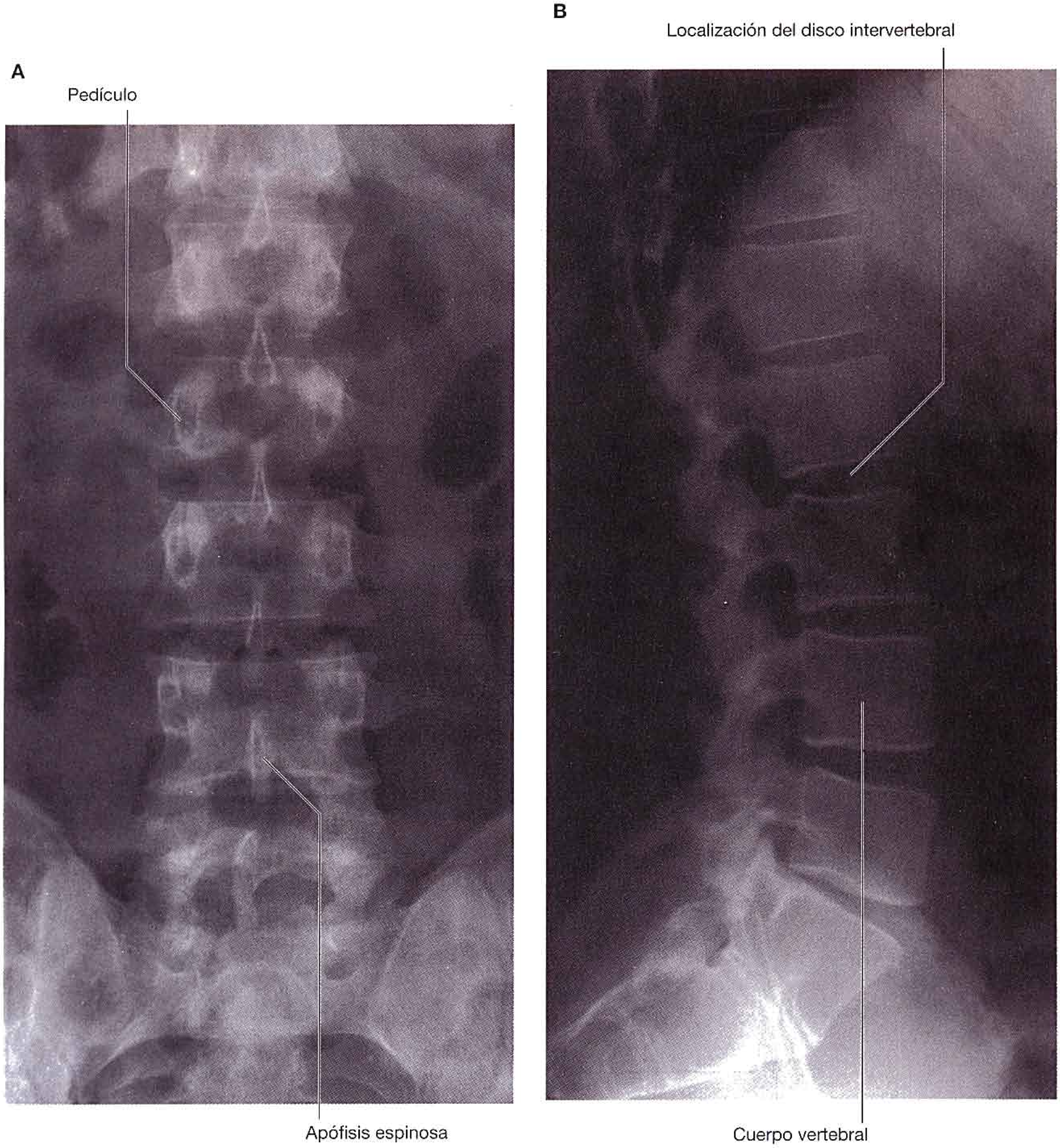


Fig. 2.18 Radiografía de la región lumbar de la columna vertebral. **A.** Proyección anteroposterior. **B.** Proyección lateral.

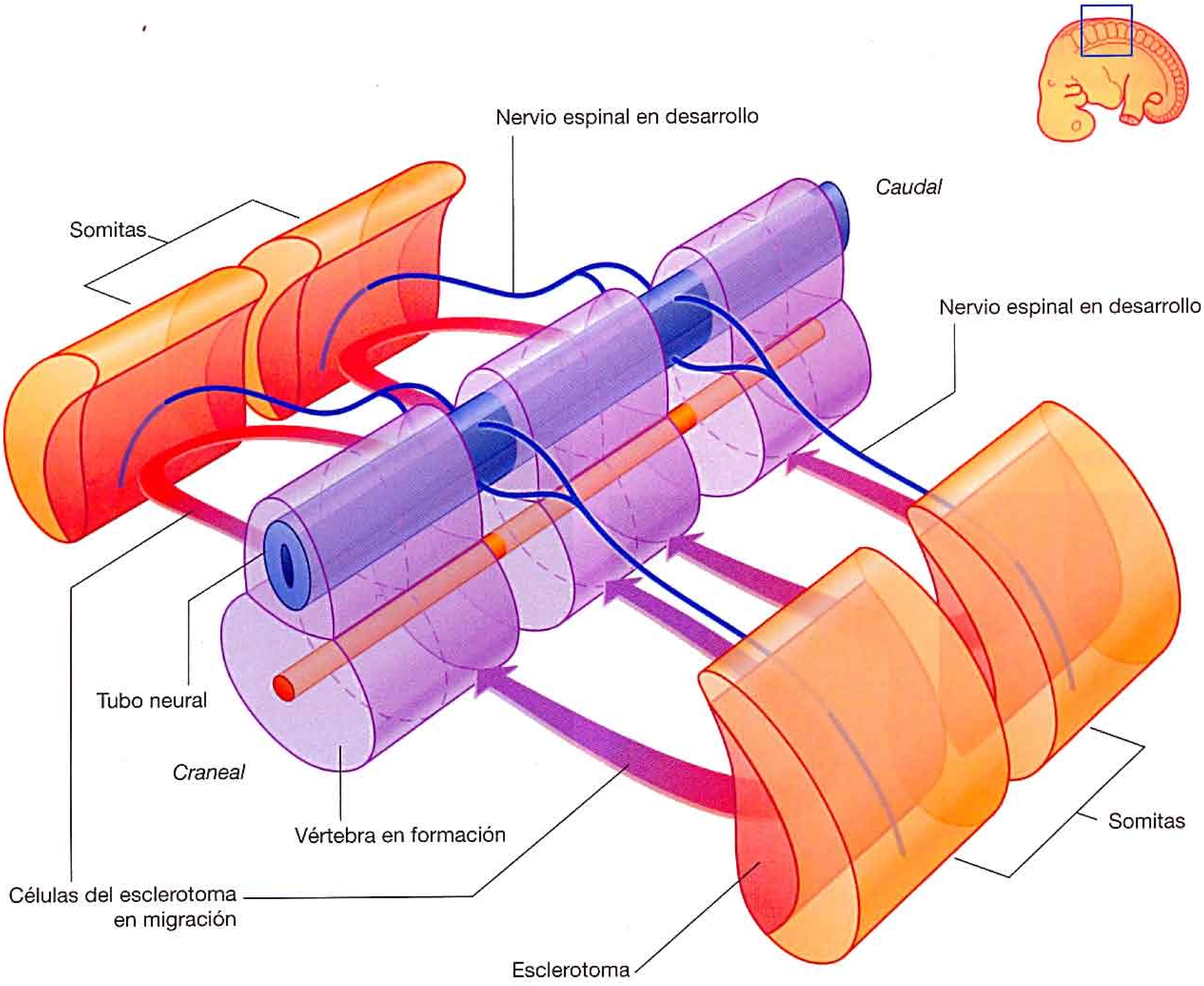


Fig. 2.19 Desarrollo de una vértebra.

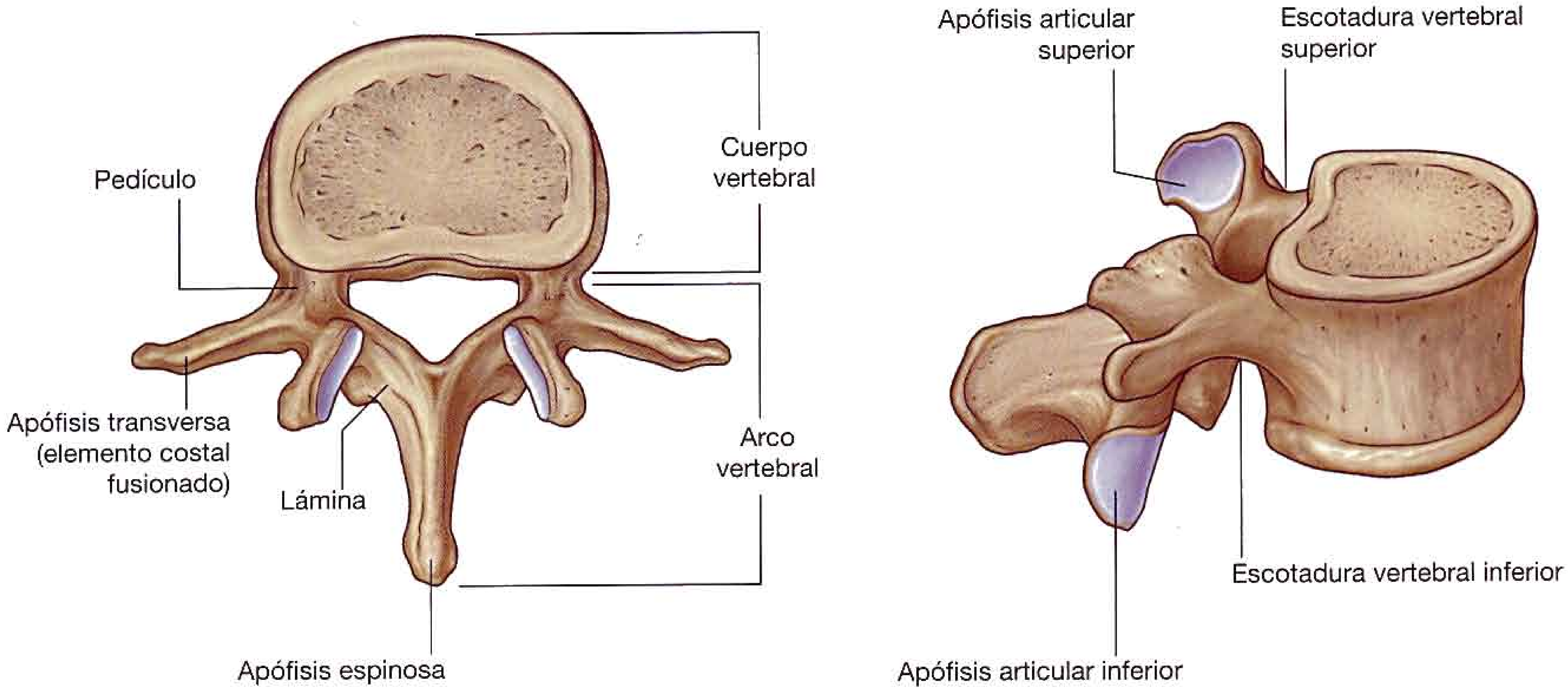


Fig. 2.20 Vértebra típica.

Una **apófisis transversa** se extiende posterolateralmente desde la unión del pedículo con la lámina a cada lado, y es el lugar para la articulación con las costillas en la región torácica.

También proyectándose desde la zona donde los pedículos se unen a las láminas se encuentran las **apófisis articulares superiores** e **inferiores** (fig. 2.20), que se articulan con las apófisis articulares inferiores y superiores, respectivamente, de las vértebras adyacentes.

Entre el cuerpo vertebral y el origen de las apófisis articulares, cada pedículo presenta una escotadura en sus superficies superior e inferior. Las **escotaduras vertebrales superior** e **inferior** participan en la formación de los agujeros intervertebrales.

Vértebras cervicales

Las siete vértebras cervicales se caracterizan por su pequeño tamaño y por la presencia de un agujero en cada apófisis transversa. Una vértebra cervical típica tiene los siguientes rasgos (fig. 2.21A):

- El cuerpo vertebral es bajo en altura y de forma cuadrada en una visión superior, y presenta una superficie superior cóncava y otra inferior convexa.
- Cada apófisis transversa tiene forma de túnel y se encuentra perforada por un agujero **transverso redondo.**
- La apófisis espinosa es corta y bífida.
- El agujero vertebral es de forma triangular.

La primera y segunda vértebras cervicales –el atlas y el axis– están especializadas para acomodar los movimientos de la cabeza.

Atlas y axis

La vértebra C1 (el **atlas**) se articula con la cabeza (fig. 2.22). Su principal rasgo distintivo es que carece de cuerpo vertebral (fig. 2.21B). En la visión superior, el atlas tiene forma anular y está constituido por dos **masas laterales** interconectadas por un **arco anterior** y un **arco posterior.**

Cada masa lateral se articula por encima con un **cóndilo occipital** del cráneo y por debajo con la apófisis articular superior de la vértebra C2 (el **axis**). Las **superficies articulares superiores** tienen forma de alubia y son cóncavas, mientras que las **superficies articulares inferiores** son casi circulares y planas.

La **articulación atlantooccipital** permite la inclinación arriba y abajo de la columna vertebral.

La superficie posterior del arco anterior tiene una cara articular para el **diente,** la cual se proyecta superiormente desde el cuerpo vertebral del axis. El diente se mantiene en posición por el potente **ligamento transverso del atlas** situado posterior a ella, y cubre la distancia entre las facetas ovales de inserción situadas en las superficies mediales de las masas laterales del atlas.

El diente actúa como el pivote que permite que el atlas y la cabeza asociada a él roten sobre el eje, de lado a lado.

Las apófisis transversas del atlas son grandes y protruyen más lateralmente que las de las restantes vértebras cervicales, y actúan como palancas para la acción muscular, particularmente de los músculos que mueven la cabeza en las **articulaciones atloaxiales**.

El axis se caracteriza por una gran apófisis en forma de diente, que se extiende superiormente desde el cuerpo vertebral (figs. 2.21B y 2.22). La superficie anterior del diente presenta una faceta oval para su articulación con el arco anterior del atlas.

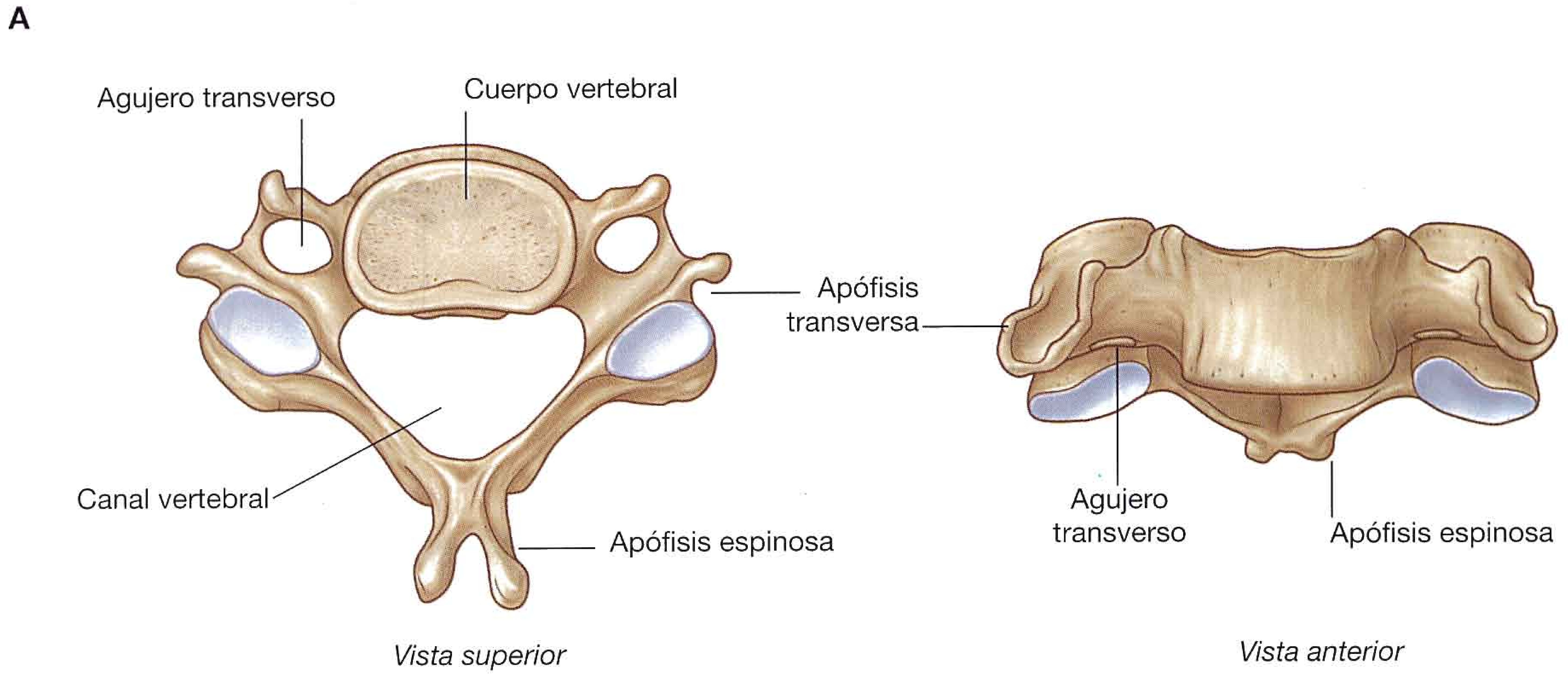


Fig. 2.21 Vértebras regionales. **A.** Vértebra cervical típica.

Continúa

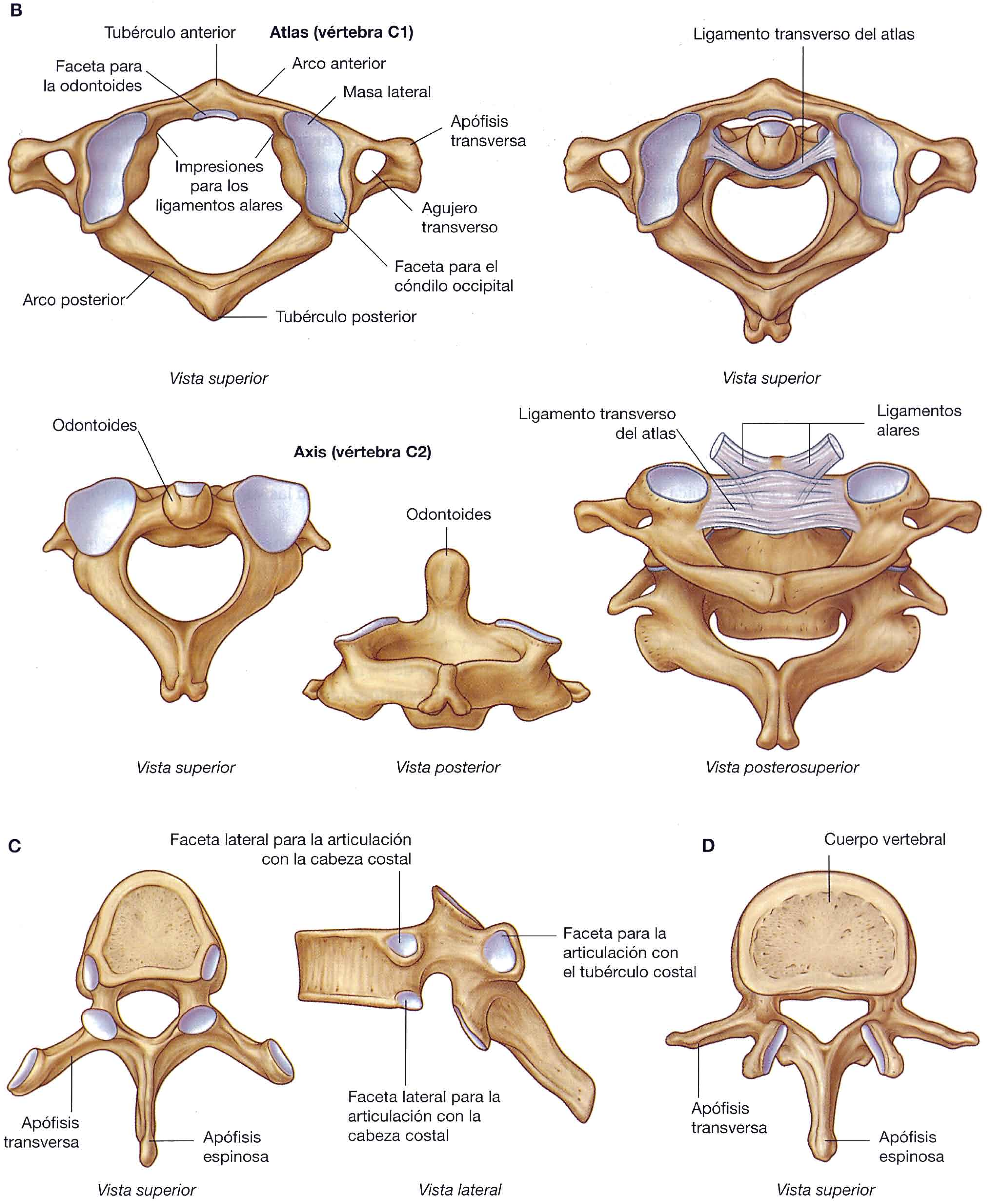


Fig. 2.21 ***(cont.)*** Vértebras regionales. **B.** Atlas y axis. **C.** Vértebra torácica típica. **D.** Vértebra lumbar típica.

Continúa

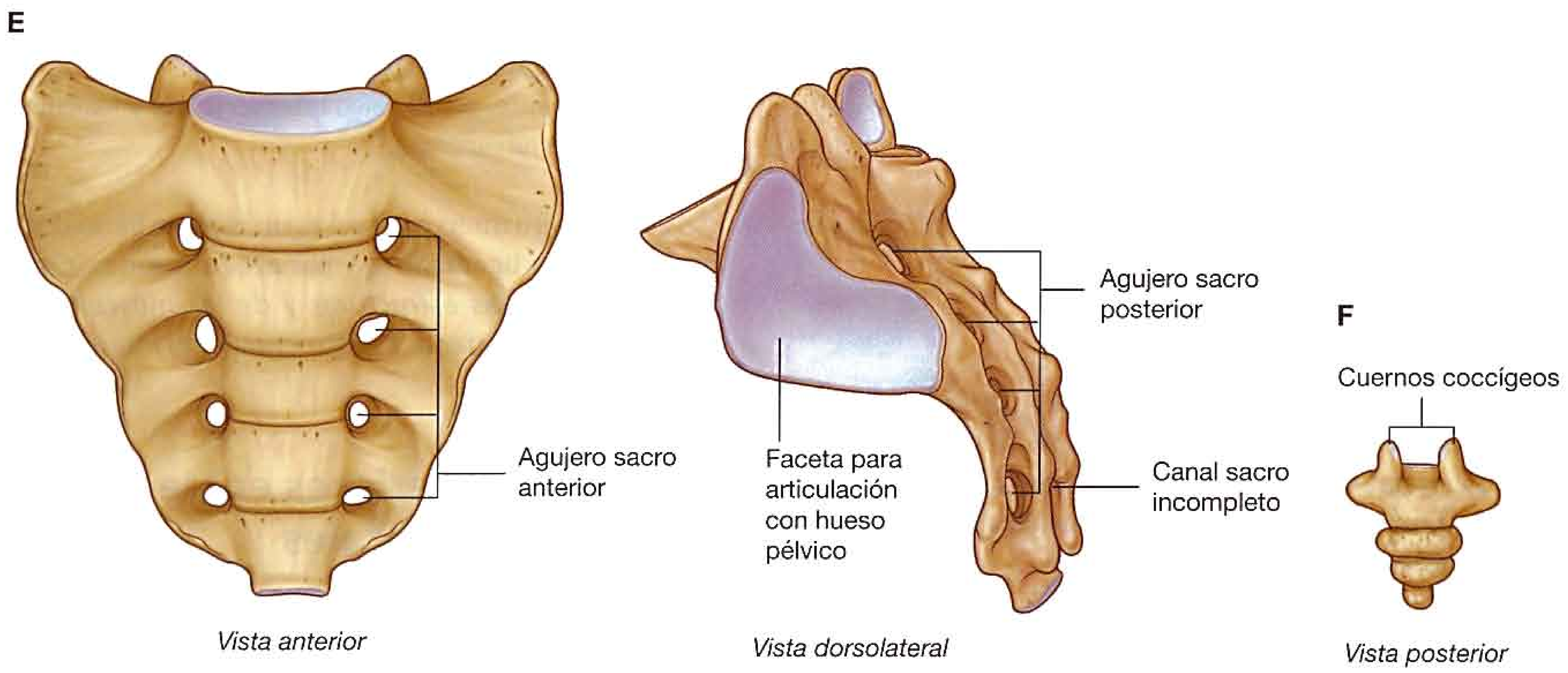


Fig. 2.21 *(cont.)* Vértebras regionales. E. Sacro. F. Cóccix.

Las dos superficies superolaterales del diente presentan impresiones circulares que sirven como puntos de inserción para los potentes **ligamentos alares**, uno a cada lado, que conectan el diente con las superficies mediales de los cóndilos occipitales. Estos ligamentos alares evitan la rotación excesiva de la cabeza y el atlas en relación con el axis.

Vértebras torácicas

Las doce vértebras torácicas se caracterizan todas por su articulación con las costillas. Una vértebra torácica típica presenta dos facetas parciales (fositas costales superior e inferior) a cada lado del cuerpo vertebral para su articulación con la cabeza de su propia costilla y de la costilla inferior (fig. 2.21C). La fosita costal superior es mucho mayor que la fosita costal inferior.

Cada apófisis tranversa también tiene una faceta (fosita costal transversa) para su articulación con el tubérculo de su propia costilla. El cuerpo vertebral de la vértebra tiene en cierto modo forma de corazón cuando se ve desde arriba, y el agujero vertebral es circular.

Vértebras lumbares

Las cinco vértebras lumbares se diferencian de las vértebras de otras regiones por su gran tamaño (fig. 2.21D). Además, carecen de facetas para articularse con las costillas. Las apófisis transversas son generalmente delgadas y alargadas, con la excepción de las de la vértebra L5, que son gruesas y en cierto modo con forma de cono para la inserción de los **ligamentos iliolumbares** que conectan las apófisis transversas a los huesos pélvicos.

El cuerpo vertebral de una vértebra lumbar típica es cilíndrico y el agujero vertebral es de forma triangular y mayor que el de las vértebras torácicas.

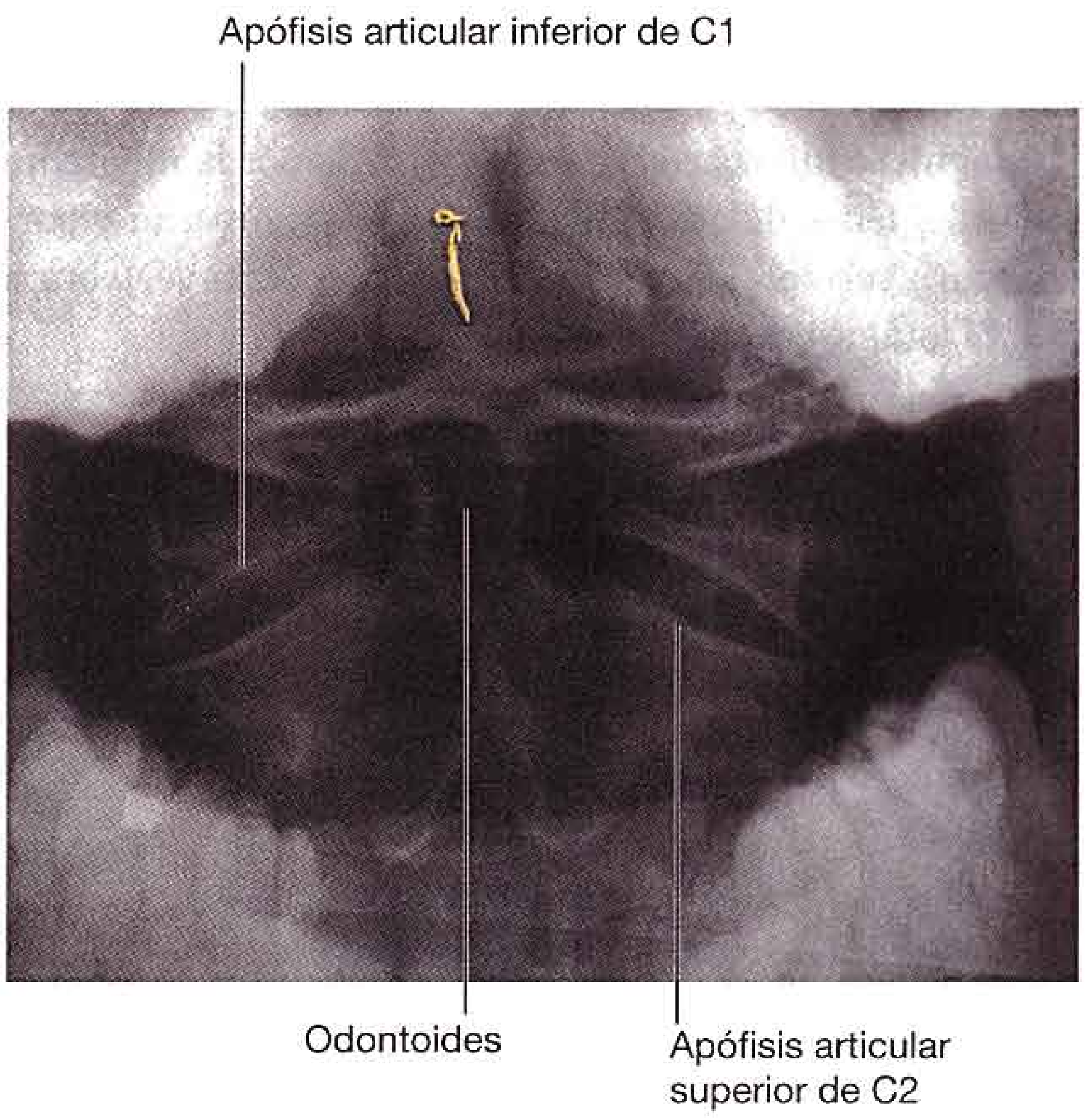


Fig. 2.22 Radiografía que muestra las vértebras C1 (atlas) y C2 (axis) (boca abierta, proyección anteroposterior).

Sacro

El sacro es un hueso único que representa la fusión de las cinco vértebras sacras (fig. 2.21E). Tiene forma triangular con el **vértice** apuntando inferiormente, y está curvado de forma que tiene una superficie anterior cóncava y la correspondiente superficie posterior convexa. Se articula superiormente con la vértebra L5 e inferiormente con el cóccix. Presenta dos grandes facetas en forma de L, una en cada superficie lateral, para su articulación con los huesos coxales.

La superficie posterior del sacro muestra cuatro pares de agujeros sacros posteriores y la superficie anterior tiene cuatro pares de agujeros sacros anteriores para el paso de los ramos posteriores y anteriores, respectivamente, de los nervios raquídeos S1 a S4.

La pared posterior del canal vertebral puede ser incompleta cerca del extremo inferior del sacro.

Cóccix

El cóccix es un pequeño hueso triangular que se articula con el extremo inferior del sacro y representa la fusión de tres o cuatro vértebras coccígeas (fig. 2.21F). Se caracteriza por su pequeño tamaño y por la ausencia de arcos vertebrales y, por tanto, de canal vertebral.

Agujeros intervertebrales

Los agujeros intervertebrales están formados a cada lado entre las partes adyacentes de las vértebras y están asociados con discos intervertebrales (fig. 2.23). Los agujeros permiten que estructuras como los nervios espinales y los vasos sanguíneos entren y salgan del canal vertebral.

Un agujero intervertebral está formado por la escotadura vertebral inferior del pedículo de la vértebra superior y por la escotadura vertebral superior del pedículo de la vértebra inferior. El agujero está limitado:

- Posteriormente, por la articulación cigapofisaria entre las apófisis articulares de las dos vértebras.
- Anteriormente, por el disco intervertebral y los cuerpos vertebrales adyacentes.

Cada agujero intervertebral es un espacio limitado rodeado por hueso y ligamentos, y por articulaciones. *Cualquier patología de estas estructuras y de los músculos circundantes puede afectar a las estructuras del interior del agujero.*

Espacios posteriores entre los arcos vertebrales

En la mayoría de las regiones de la columna vertebral, las láminas y las apófisis espinosas de las vértebras adyacentes se solapan para formar una pared ósea dorsal razonablemente completa para el canal vertebral. Sin embargo, en la región lumbar, hay grandes intervalos entre los componentes posteriores de los arcos vertebrales adyacentes (fig. 2.24). Estos intervalos entre láminas y apófisis espinosas adyacentes se hacen cada vez más amplios desde las vértebra L1 a la L5. Los espacios pueden ampliarse aún más por la flexión de la columna vertebral. *Estos intervalos permiten un acceso relativamente fácil al canal raquídeo para procedimientos clínicos.*

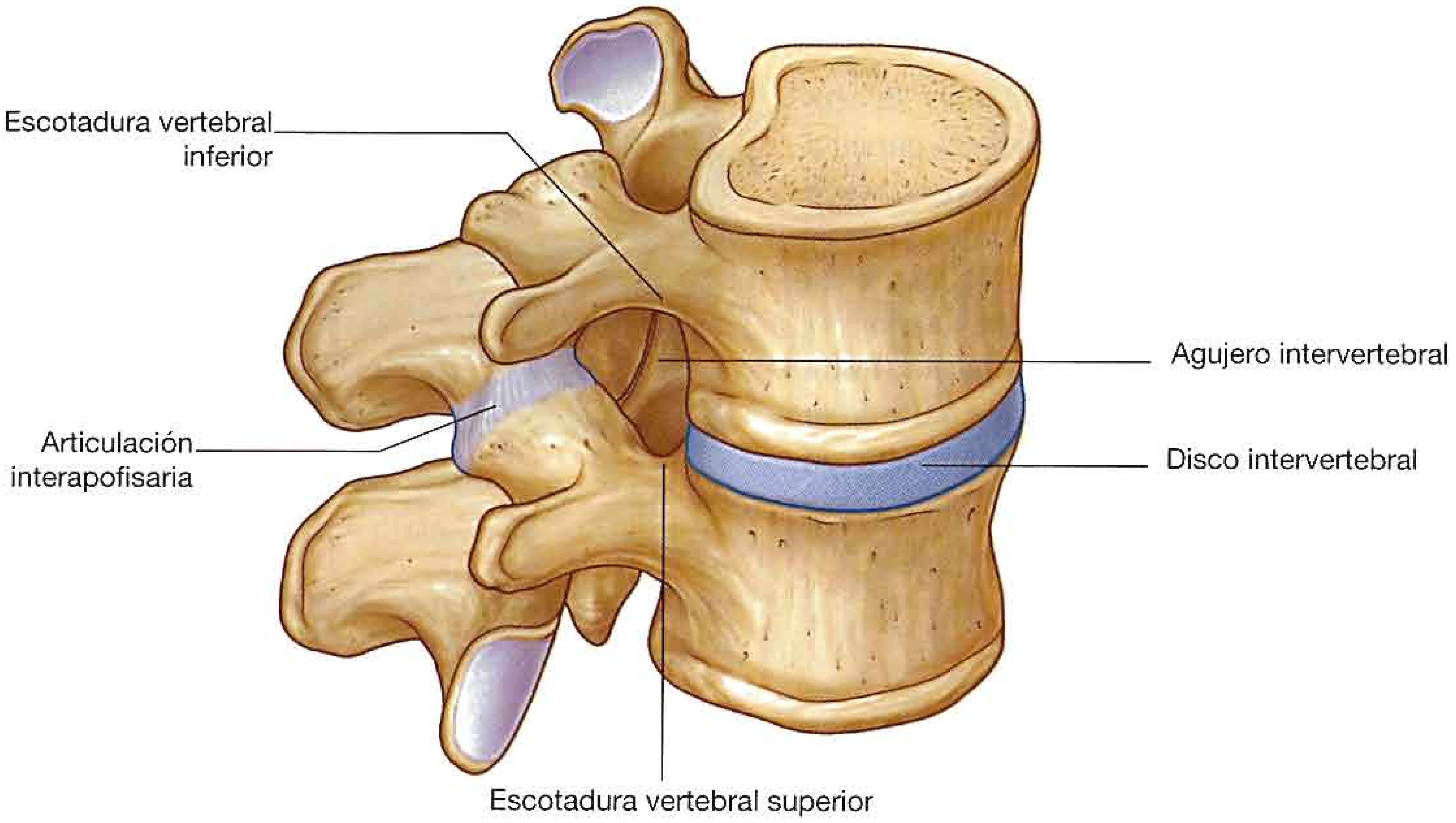


Fig. 2.23 Agujero intervertebral.

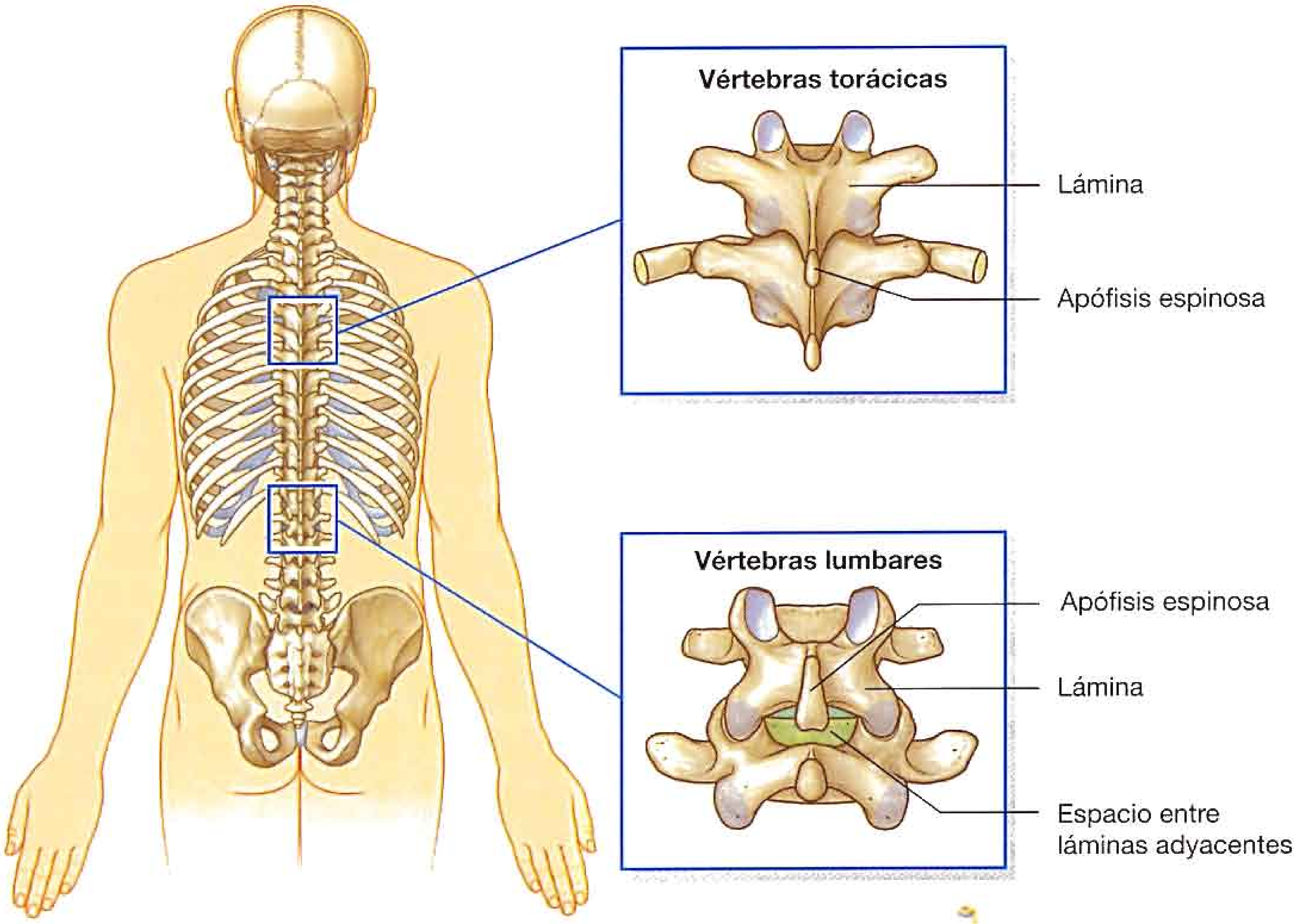


Fig. 2.24 Espacios entre los arcos vertebrales adyacentes en la región lumbar.

Conceptos prácticos

Espina bífida

La espina bífida es un trastorno en el que los dos lados de los arcos vertebrales, habitualmente en las vértebras inferiores, no se fusionan durante el desarrollo, lo que origina un canal vertebral «abierto» (fig. 2.25). Hay dos tipos de espina bífida:

- El tipo más común es la espina bífida oculta, en la que hay un defecto en el arco vertebral de L5 o S1. Este defecto se aprecia hasta en el 10% de los individuos y resulta en un fallo en la fusión del arco posterior en la línea media. El grupo de espina bífida oculta suele ser un hallazgo incidental, aunque la exploración clínica puede revelar un brote de pelo sobre las apófisis espinosas. Clínicamente son pacientes asintomáticos.
- La forma más grave de espina bífida supone un completo fallo de fusión del arco posterior en la unión lumbosacra con una gran saculación de las meninges. Esta saculación puede contener líquido cefalorraquídeo (un **meningocele**) o una parte de la médula espinal (un **mielomeningocele**). Estas alteraciones pueden dar lugar a una variedad de déficit neurológicos, incluyendo problemas de deambulación y función vesical.

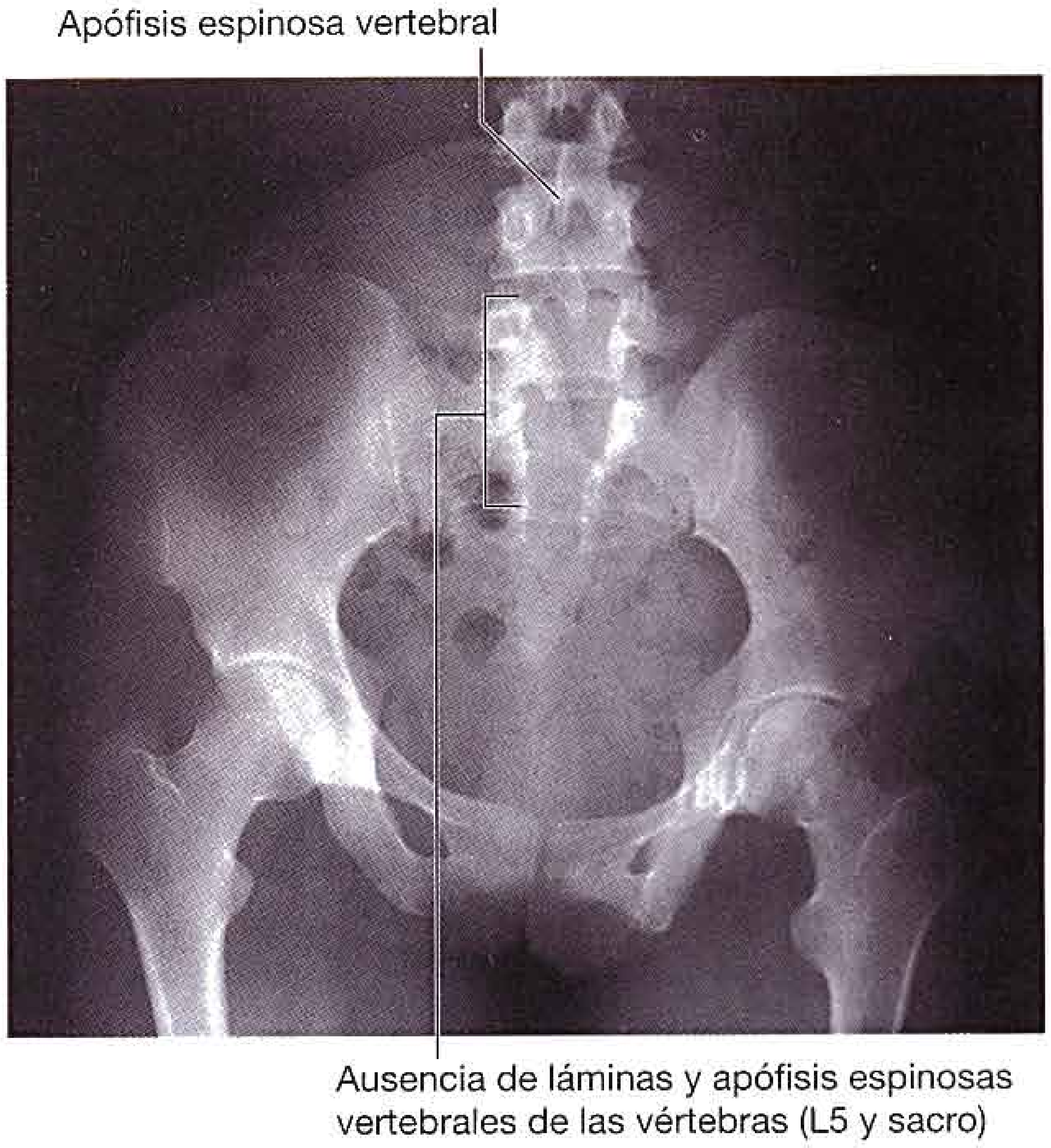


Fig. 2.25 Radiografía de una espina bífida lumbosacra. Hay una ausencia de láminas y de apófisis espinosas en la región lumbosacra.

Conceptos prácticos

Escoliosis

La escoliosis es una curvatura lateral anormal de la columna vertebral (fig. 2.26).

Una escoliosis verdadera incluye no sólo la curvatura (derecha o izquierda), sino un elemento rotacional de una vértebra sobre otra.

Los tipos más frecuentes de escoliosis son aquellos de los que poco sabemos sobre cómo o por qué se producen, y se denominan idiopáticos. Nunca están presentes al nacimiento y tienden a aparecer en grupos de edad infantil, juvenil o adolescente. Los cuerpos vertebrales y los elementos posteriores (pedículos y láminas) son normales en estos pacientes.

Cuando una escoliosis está presente desde el nacimiento (escoliosis congénita), suele estar asociada con otras alteraciones del desarrollo. En estos pacientes hay una fuerte asociación con otras alteraciones de la pared torácica, tracto genitourinario y cardiopatías. Este grupo de pacientes precisa una cuidadosa evaluación por parte de varios especialistas.

La escoliosis también puede ser la manifestación de alteraciones nerviosas centrales o periféricas (escoliosis neuropática), como en los niños con parálisis cerebral o poliomielitis.

Un grupo raro pero importante de escoliosis son aquéllas en las que el músculo es anómalo. La distrofia muscular es el ejemplo más frecuente. El músculo anormal no mantiene la alineación normal de la columna vertebral y como resultado se desarrolla una curvatura. Se requiere una biopsia muscular para realizar el diagnóstico.

Otros trastornos que pueden producir escoliosis incluyen tumores óseos, tumores de la médula espinal y protrusiones discales localizadas.

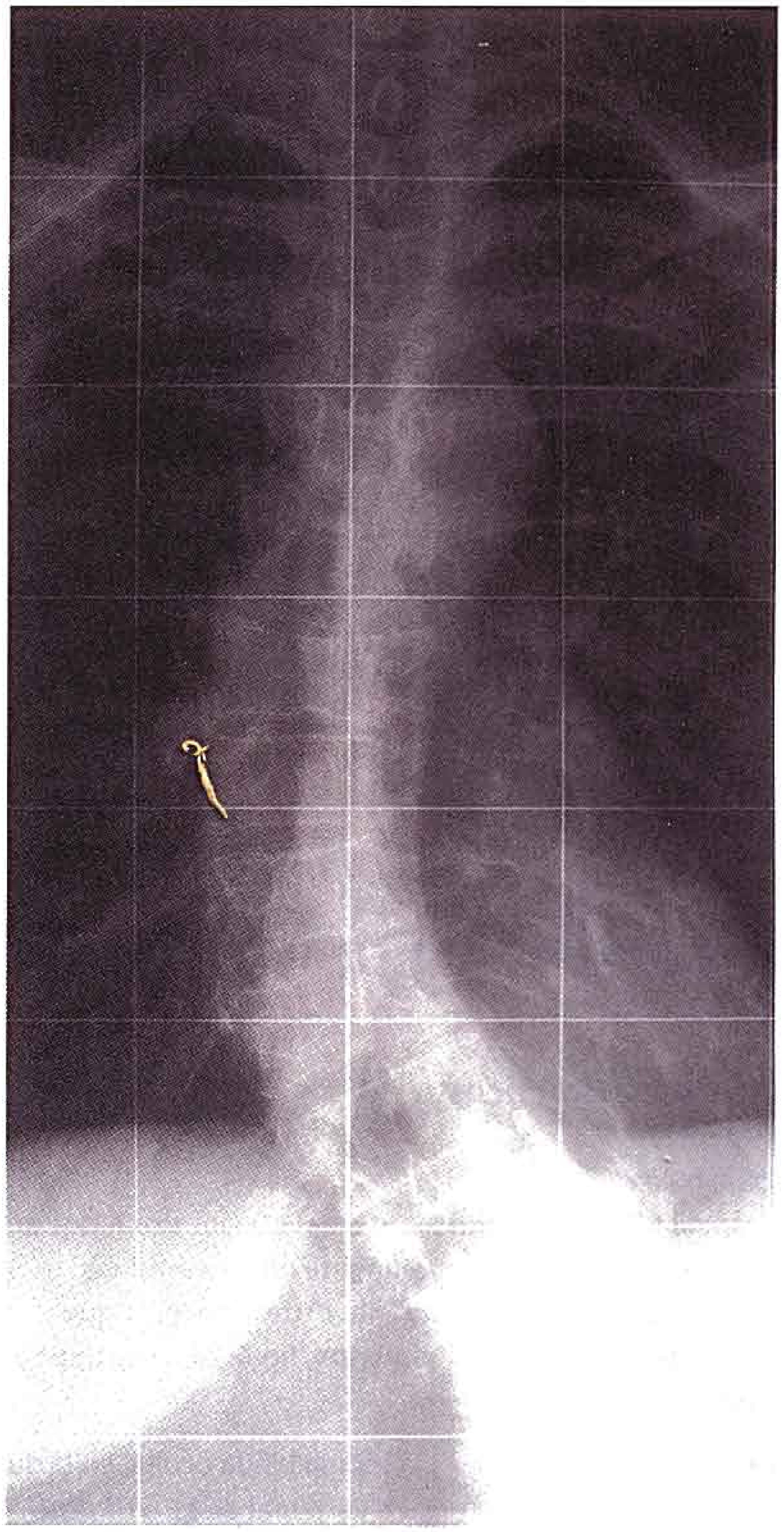


Fig. 2.26 Radiografía de una escoliosis torácica.

Conceptos prácticos

Cifosis

La cifosis es una curvatura anormal de la columna vertebral en el segmento torácico, que produce una deformidad «en joroba». Esta condición tiene lugar en ciertos estados patológicos, el más grave de los cuales suele ser secundario a una infección tuberculosa de un cuerpo vertebral torácico, donde la cifosis se angula en el punto de la lesión. Esto produce la **deformidad en giba,** una deformidad con alta prevalencia antes de que se utilizara la medicación antituberculosa.

Lordosis

La lordosis es una curvatura anormal de la columna vertebral en la región lumbar, lo que produce una deformidad en silla de montar.

Conceptos prácticos

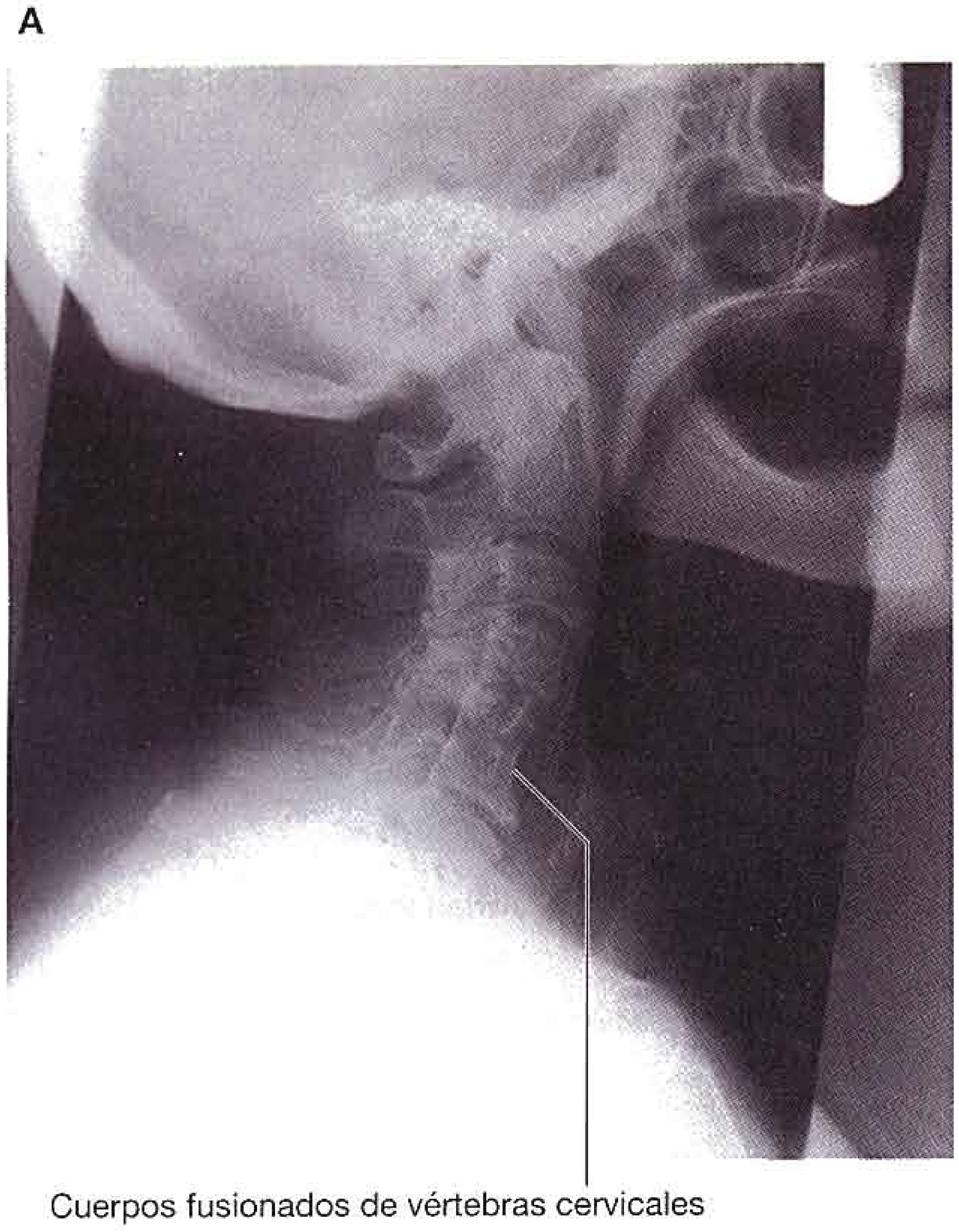
Variación del número vertebral

Suele haber siete vértebras cervicales, aunque en determinadas patologías se pueden fusionar. La fusión de las vértebras cervicales (fig. 2.27A) se puede asociar a otras alteraciones, por ejemplo el síndrome de Klippel-Feil en el cual existe una fusión anormal de las vértebras C1 y C2 o C5 y C6, y puede asociarse con una escápula elevada (hombro de Spengel) y anomalías cardíacas.

Las variaciones en el número de vértebras torácicas son bien conocidas. Una de las alteraciones más comunes en las vértebras lumbares es una fusión parcial de la vértebra L5 con el sacro (sacralización de una vértebra lumbar). También se puede producir una separación parcial de la vértebra S1 del sacro (lumbarización de la primera vértebra sacra) (fig. 2.27B).

No existe una correlación cierta entre el número de vértebras y el dolor en la región dorsal del tronco, aunque no se pueden disociar ambos. Neurocirujanos, radiólogos y otros médicos deben ser capaces de definir con precisión los niveles vertebrales para evitar errores.

Aparece una hemivértebra cuando sólo se desarrolla un lado de la vértebra (fig. 2.27B).



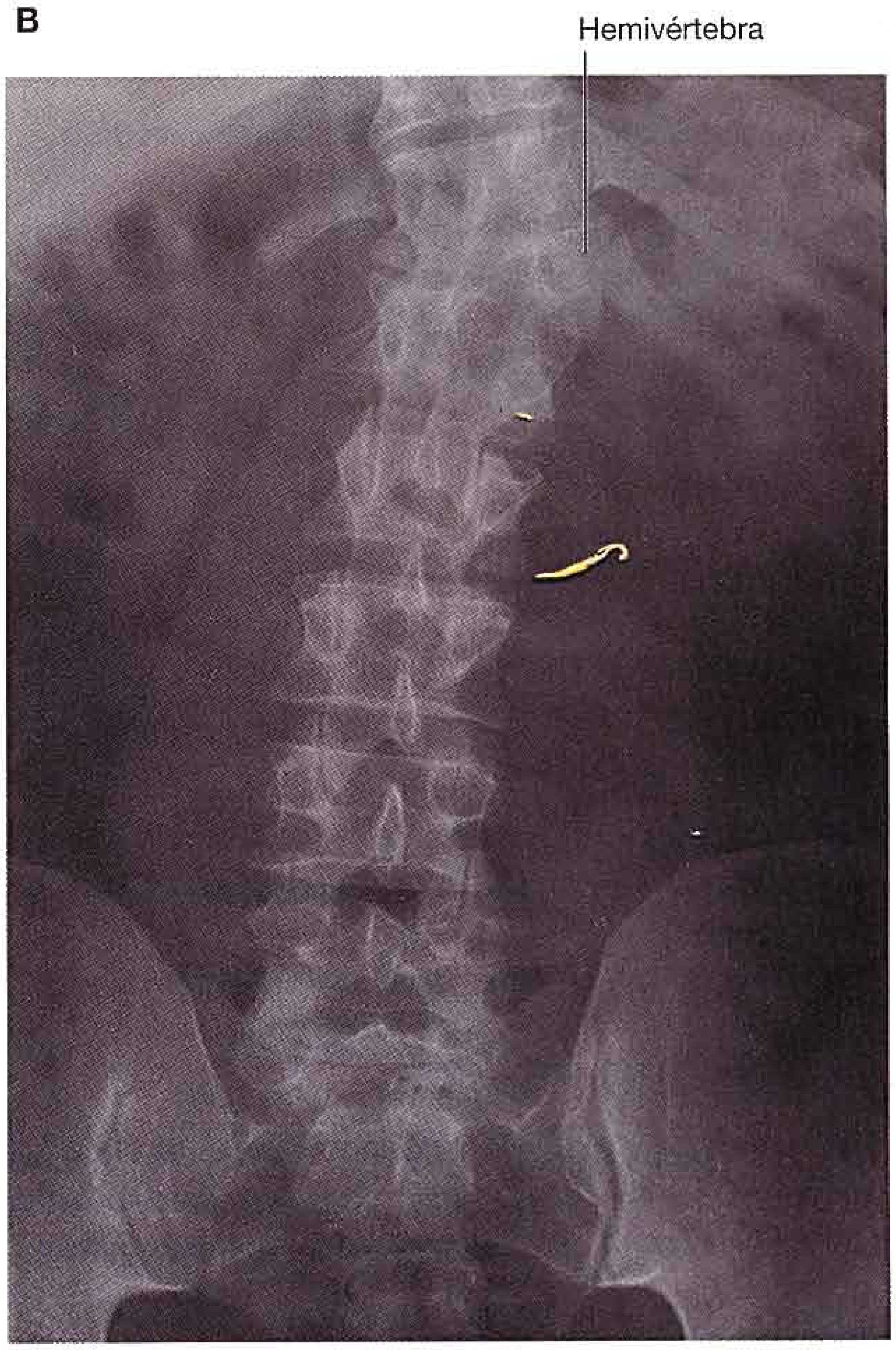


Fig. 2.27 Variaciones en el número vertebral. **A.** Cuerpos vertebrales fusionados de vértebras cervicales. **B.** Hemivértebra.

Conceptos prácticos

Vértebras y cáncer

Las vértebras son localizaciones frecuentes de enfermedad metastática (diseminación secundaria de células cancerígenas). Cuando las células cancerígenas crecen dentro de los cuerpos vertebrales y de los elementos posteriores, destruyen las propiedades mecánicas del hueso. Una lesión menor puede, por tanto, producir el colapso vertebral. De forma importante, las vértebras que contienen extensa enfermedad metastática pueden protruir fragmentos de tumor dentro del **canal vertebral,** de forma que compriman nervios o la médula espinal.

Conceptos prácticos

Osteoporosis

La osteoporosis es una condición fisiopatológica en la cual la calidad ósea es normal, pero la cantidad de hueso es deficiente. Es un trastorno metabólico que afecta frecuentemente a mujeres entre los 50 y 60 años de vida y a hombres a los 70.

Muchos factores influyen en el desarrollo de la osteoporosis, incluyendo predeterminación genética, nivel de actividad y estado nutricional y, en particular, niveles de estrógeno en mujeres.

Complicaciones típicas de la osteoporosis incluyen fracturas «aplastamiento» de cuerpos vertebrales, fracturas radiales distales y fracturas de cadera.

Con la edad avanzada y la mala calidad del hueso, los pacientes son más susceptibles de fracturas. La curación tiende a verse alterada en estos pacientes mayores, quienes requieren en consecuencia largas estancias hospitalarias y rehabilitaciones prolongadas.

La identificación de los pacientes en riesgo de osteoporosis y la instauración del apropiado tratamiento farmacológico y los cuidados preventivos pueden evitar lesiones. No existen signos clínicos o síntomas específicos de osteoporosis. A menudo se realiza el diagnóstico retrospectivamente, cuando el paciente debuta con una fractura patológica.

Los pacientes que tienen probabilidad de desarrollar osteoporosis pueden identificarse mediante un estudio de densitometría de fotón dual de rayos X. Se hacen pasar rayos X de baja dosis a través del hueso y, contando el número de fotones detectados y sabiendo la dosis administrada, resulta posible calcular el número de rayos X absorbido. La cantidad de rayos X absorbida puede correlacionarse directamente con la masa ósea, pudiendo utilizarse para predecir si un paciente tiene riesgo o no de sufrir fracturas osteoporóticas.

ARTICULACIONES

Los puntos donde dos elementos esqueléticos contactan se denominan articulaciones. Las dos categorías generales de articulaciones son (fig. 2.28):

- Aquellas en los que los elementos esqueléticos quedan separados por una cavidad (p. ej., **articulaciones sinoviales**).
- Aquellas en las que no hay cavidad y los componentes se mantienen unidos por tejido conjuntivo (p. ej., **articulaciones sólidas**).

Los vasos sanguíneos que cruzan una articulación y los nervios que inervan los músculos que actúan sobre la articulación suelen aportar ramas articulares a esa articulación.

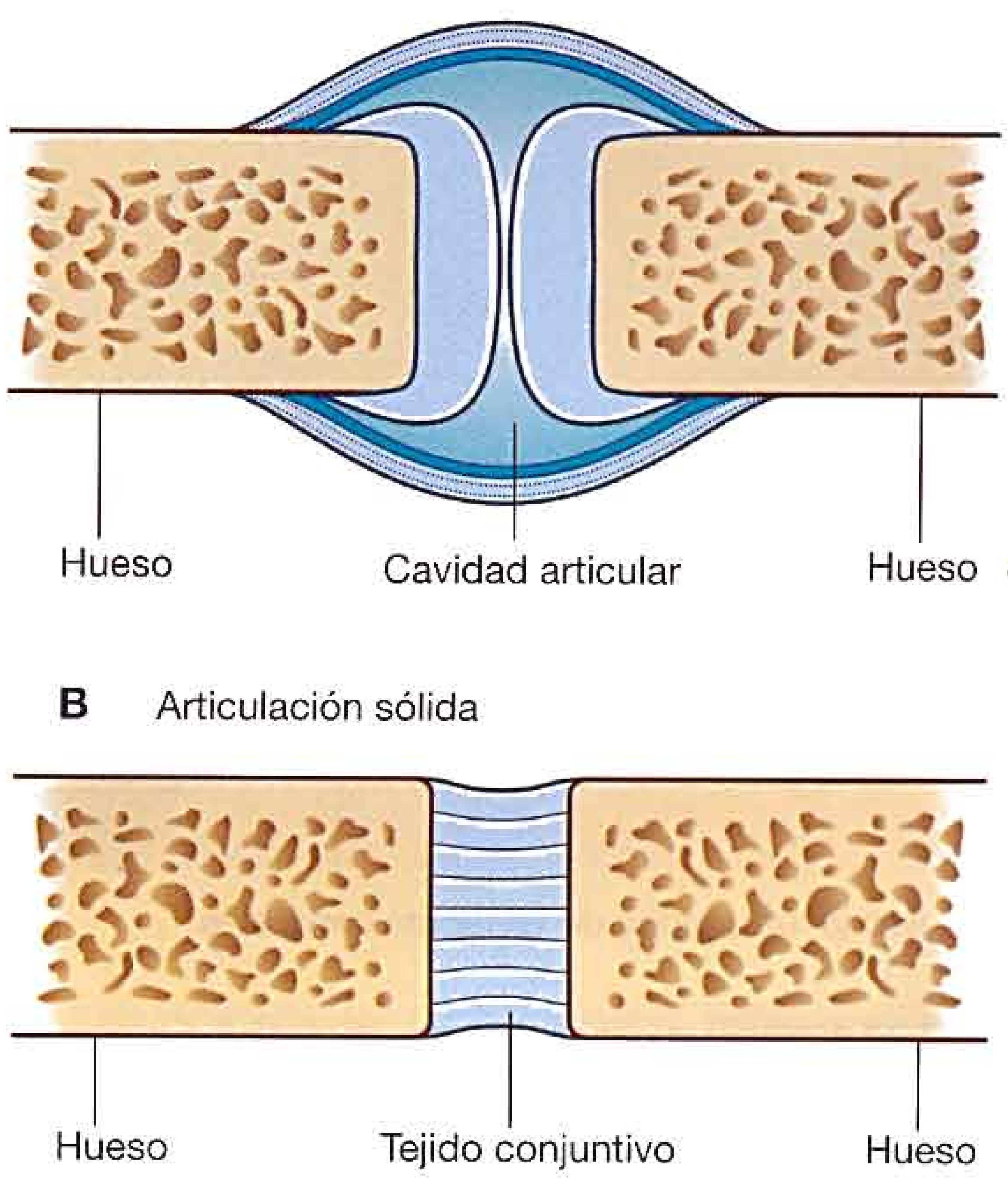


Fig. 2.28 Articulaciones. **A.** Sinovial. **B.** Sólida.

Articulaciones sinoviales

Las articulaciones sinoviales son conexiones entre componentes esqueléticos donde los elementos implicados se encuentran separados por una estrecha cavidad articular (fig. 2.29). Además de incluir una cavidad articular, estas articulaciones tienen varios rasgos característicos.

En primer lugar, una capa de cartílago, habitualmente **cartílago hialino**, cubre las superficies articulares de los elementos esqueléticos. En otras palabras, las superficies óseas no contactan normalmente entre sí de forma directa. Como consecuencia, cuando se ven estas articulaciones en radiografías normales, un amplio intervalo parece separar los huesos adyacentes, porque el cartílago que cubre las superficies articulares es más transparente a los rayos X que el hueso.

Una segunda característica de las articulaciones sinoviales es la presencia de una **cápsula articular** consistente en una **membrana sinovial interna** y una **membrana fibrosa externa:**

- La **membrana sinovial** se fija a los márgenes de las superficies articulares en la interfase entre el cartílago y el

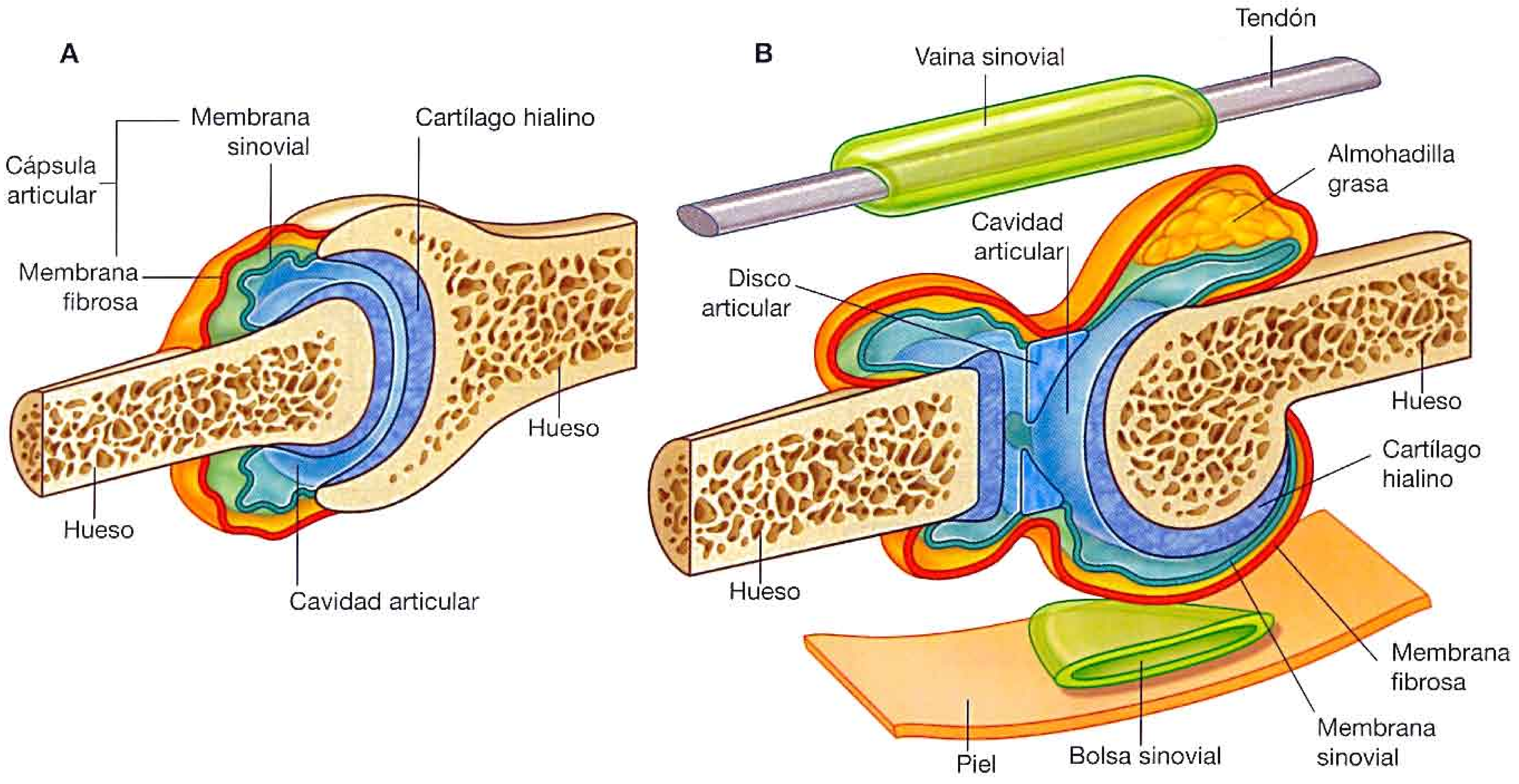


Fig. 2.29 Articulaciones sinoviales.

hueso, y envuelve la cavidad articular. La membrana sinovial está altamente vascularizada y produce líquido sinovial, que se acumula en la cavidad articular y proporciona lubricación a las superficies articulares. También aparecen sacos cerrados de membrana sinovial fuera de las articulaciones, donde forman bolsas sinoviales o vainas tendinosas. Las bolsas se interponen a menudo entre estructuras como tendones y hueso, tendones y articulaciones, o piel y hueso, y reducen la fricción de una estructura al moverse sobre otra. Las vainas tendinosas rodean los tendones y también disminuyen la fricción.

- La **membrana fibrosa** está formada por tejido conjuntivo denso y rodea y estabiliza la articulación. Partes de la membrana fibrosa pueden verse engrosadas para formar ligamentos, que estabilizan aún más la articulación. Los ligamentos externos a la cápsula suelen aportar un refuerzo adicional.

Otro rasgo común pero no universal de las articulaciones sinoviales es la presencia de estructuras adicionales dentro del área englobada por la cápsula o membrana sinovial, tales como **discos articulares** (habitualmente compuestos de fibrocartílago), **almohadillas grasas** y **tendones.** Los discos articulares absorben las fuerzas de compresión, ajustan los cambios en el contorno de las superficies articulares durante los movimientos y aumentan el rango de movimientos que se pueden producir en las articulaciones. Las almohadillas grasas suelen encontrarse entre la membrana sinovial y la cápsula y entran y salen de estas zonas a medida que el contorno articular cambia durante el movimiento. Áreas redundantes de membrana sinovial y de membrana fibrosa permiten mayor movilidad en las articulaciones.

Descripciones de las articulaciones sinoviales en base a la forma y el movimiento

Se describen las articulaciones sinoviales en base a su forma y movimiento:

- En base a la forma de sus superficies articulares, se describen las articulaciones sinoviales como planas, ginglino, pivotes, bicondíleas (dos grupos de puntos de contacto), condílea (elipsoideas), sellar o en silla de montar, y esférica dentro de una cuenca.
- En base al movimiento, se describen las articulaciones sinoviales como uniaxiales (movimiento en un plano), biaxiales (movimiento en dos planos) y multiaxiales (movimiento en tres planos).

Las articulaciones en bisagra son uniaxiales mientras que las de esfera en una cuenca son multiaxiales.

Articulaciones sólidas

Las articulaciones sólidas son conexiones entre elementos esqueléticos en las que las superficies adyacentes están unidas entre sí, ya sea por tejido conjuntivo fibroso o por cartílago, habitualmente fibrocartílago (fig. 2.30). Los movimientos en estas articulaciones están más restringidos que en las articulaciones sinoviales.

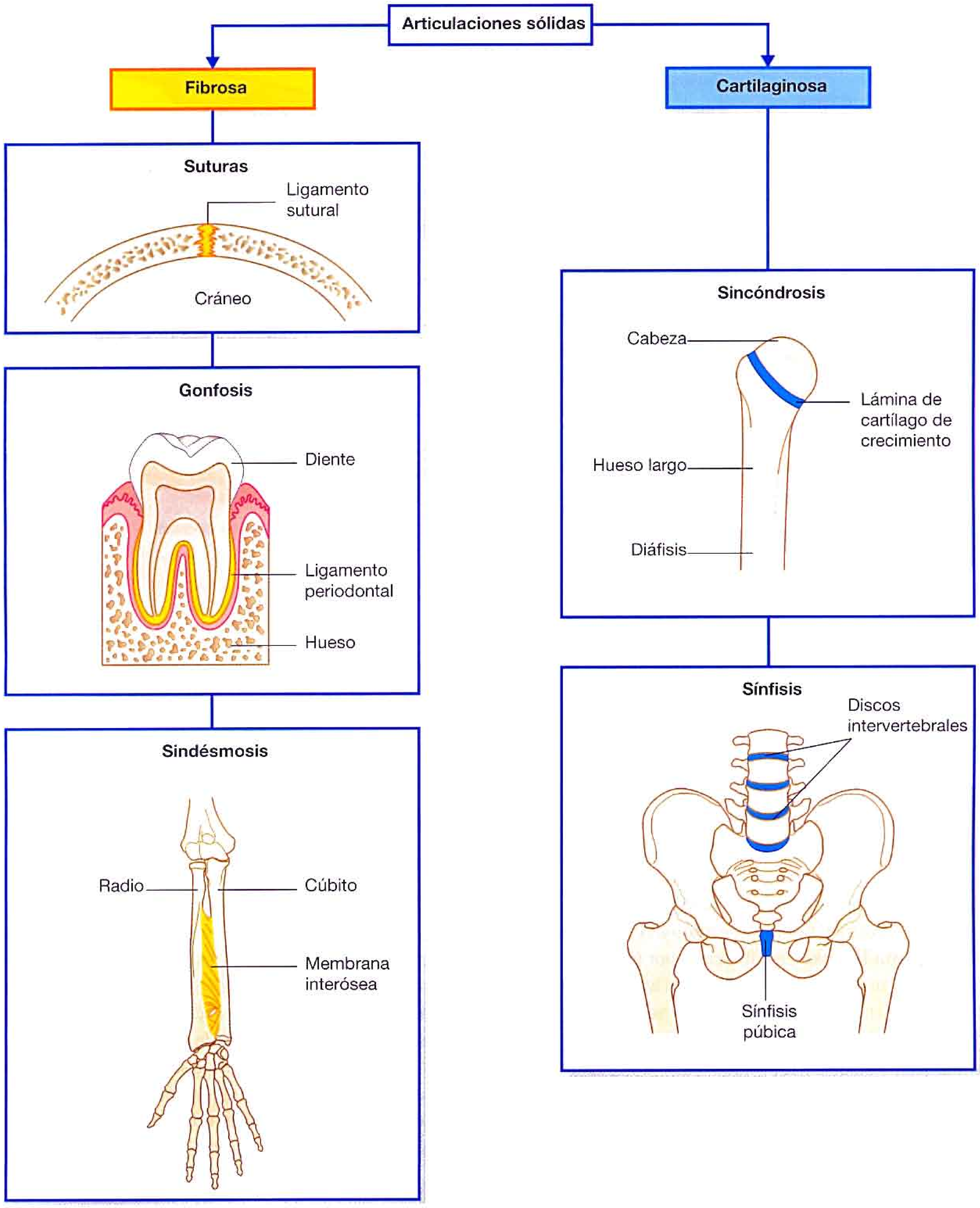


Fig. 2.30 Articulaciones sólidas.

Las **articulaciones fibrosas** incluyen suturas, gonfosis y sindésmosis:

- Las **suturas** se ven únicamente en el cráneo donde los huesos adyacentes están unidos por una fina capa de tejido conjuntivo denominado ligamento sutural.
- Las **gonfosis** sólo se sitúan entre los dientes y el hueso adyacente; en estas articulaciones, fibras cortas de tejido colágeno en el ligamento periodontal discurren entre la raíz dentaria y la cavidad ósea.
- Las **sindésmosis** son articulaciones en las que dos huesos adyacentes están unidos por un ligamento, por

ejemplo, el ligamento amarillo, que conecta las láminas vertebrales adyacentes, o por una membrana interósea, la cual une, por ejemplo, el radio y el cúbito en el antebrazo.

Las **articulaciones cartilaginosas** incluyen las sincóndrosis y las sínfisis:

- Las **sincóndrosis** aparecen donde dos centros de osificación de un hueso en desarrollo permanecen separados por una capa de cartílago, por ejemplo, el cartílago de crecimiento entre la epífisis y la diáfisis de los huesos largos en crecimiento, estas articulaciones permiten el crecimiento óseo y eventualmente se osifican por completo.
- Las **sínfisis** surgen donde dos huesos separados se interconectan por cartílago, la mayoría de estos tipos de articulaciones aparecen en la línea media e incluyen la sínfisis del pubis entre los dos huesos coxales y los discos intervertebrales entre las vértebras adyacentes.

Articulaciones entre las vértebras en la región dorsal del tronco

Los dos tipos principales de articulaciones entre las vértebras son:

- Sínfisis entre cuerpos vertebrales.
- Articulaciones sinoviales entre apófisis articulares (fig. 2.31).

Una vértebra típica tiene un total de seis articulaciones con las vértebras adyacentes: cuatro articulaciones sinoviales (dos arriba y dos abajo) y dos sínfisis (una arriba y una abajo). Cada sínfisis incluye un disco intervertebral.

Aunque el movimiento entre dos vértebras cualesquiera es limitado, la suma de los movimientos entre todas las vértebras produce un gran rango de movimiento para la columna vertebral.

Los movimientos de la columna vertebral incluyen flexión, extensión, flexión lateral, rotación y circunducción.

Los movimientos de las vértebras en una región determinada (cervical, torácica y lumbar) vienen determinados por la forma y orientación de las superficies articulares en las apófisis articulares y en los cuerpos vertebrales.

Sínfisis entre los cuerpos vertebrales (discos intervertebrales)

La sínfisis entre cuerpos vertebrales adyacentes está formada por una capa de cartílago hialino en cada cuerpo vertebral y un disco intervertebral, que se sitúan entre dichas capas.

El **disco intervertebral** consta de un anillo fibroso externo que rodea a un núcleo pulposo central (fig. 2.31):

- El **anillo fibroso** consta de una anillo externo de colágeno que rodea a una zona más amplia de fibrocartílago dispuesta de forma lamelar. Esta disposición de las fibras limita la rotación entre vértebras.
- El **núcleo pulposo** ocupa el centro del disco intervertebral, es de naturaleza gelatinosa y absorbe las fuerzas de compresión entre las vértebras.

Los cambios degenerativos en el anillo fibroso pueden conducir a la herniación del núcleo pulposo. Las hernias posterolaterales pueden comprimir las raíces de un nervio espinal en el agujero intervertebral.

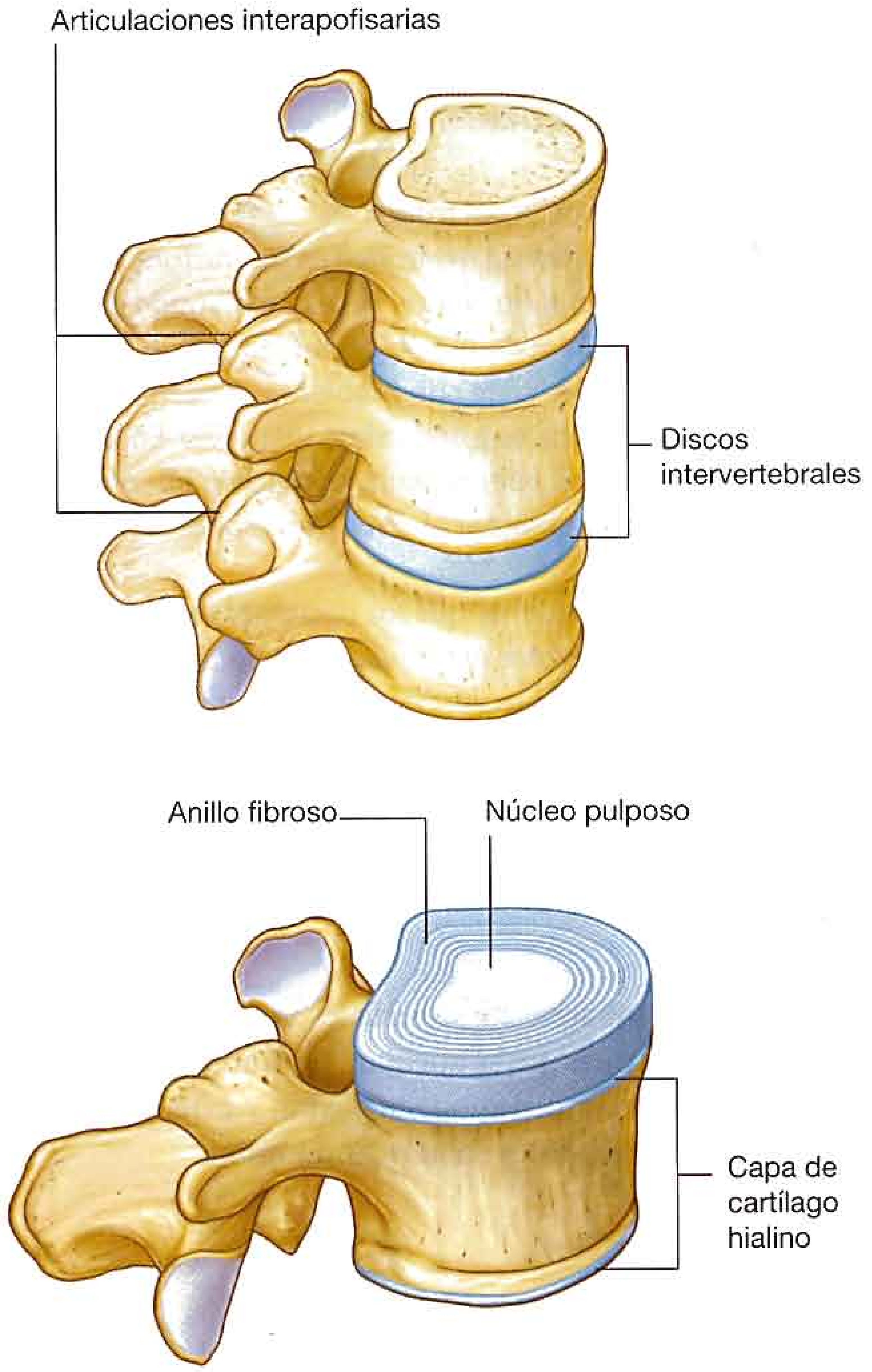


Fig. 2.31 Articulaciones intervertebrales.

Articulaciones entre arcos vertebrales (articulaciones cigapofisarias)

Las articulaciones sinoviales entre las apófisis articulares superiores e inferiores de vértebras adyacentes son las articulaciones cigapofisarias (fig. 2.32). Una fina cápsula articular que se fija a los márgenes de las facetas articulares envuelve cada articulación.

En las regiones cervicales, las articulaciones cigapofisarias están inclinadas inferiormente de anterior a posterior. Esta orientación facilita la flexión y extensión. En las regiones torácicas, las articulaciones están orientadas verticalmente y limitan la flexión y extensión, pero facilitan la rotación. En las regiones lumbares, las superficies articulares son curvas y las apófisis adyacentes se encajan, limitándose, por tanto, el rango de movimiento, aunque la flexión y extensión son aún movimientos principales en la región lumbar.

Conceptos prácticos

Dolor de región dorsal del tronco

El dolor de región dorsal del tronco es un trastorno extraordinariamente frecuente. Resulta a menudo difícil de determinar si el dolor de región dorsal del tronco está relacionado directamente con problemas mecánicos o con una protrusión discal que comprime un nervio. En los casos que implican discos puede resultar necesario intervenir quirúrgicamente y extirpar el disco que está comprimiendo el nervio.

No resulta infrecuente que los pacientes se quejen de dolor y no se encuentre una causa inmediata; el dolor es, por tanto, atribuido a malestar mecánico, que puede estar causado por cambios degenerativos. Uno de sus tratamientos es introducir una aguja en la articulación interfacetaria e inyectar un anestésico local y corticoides.

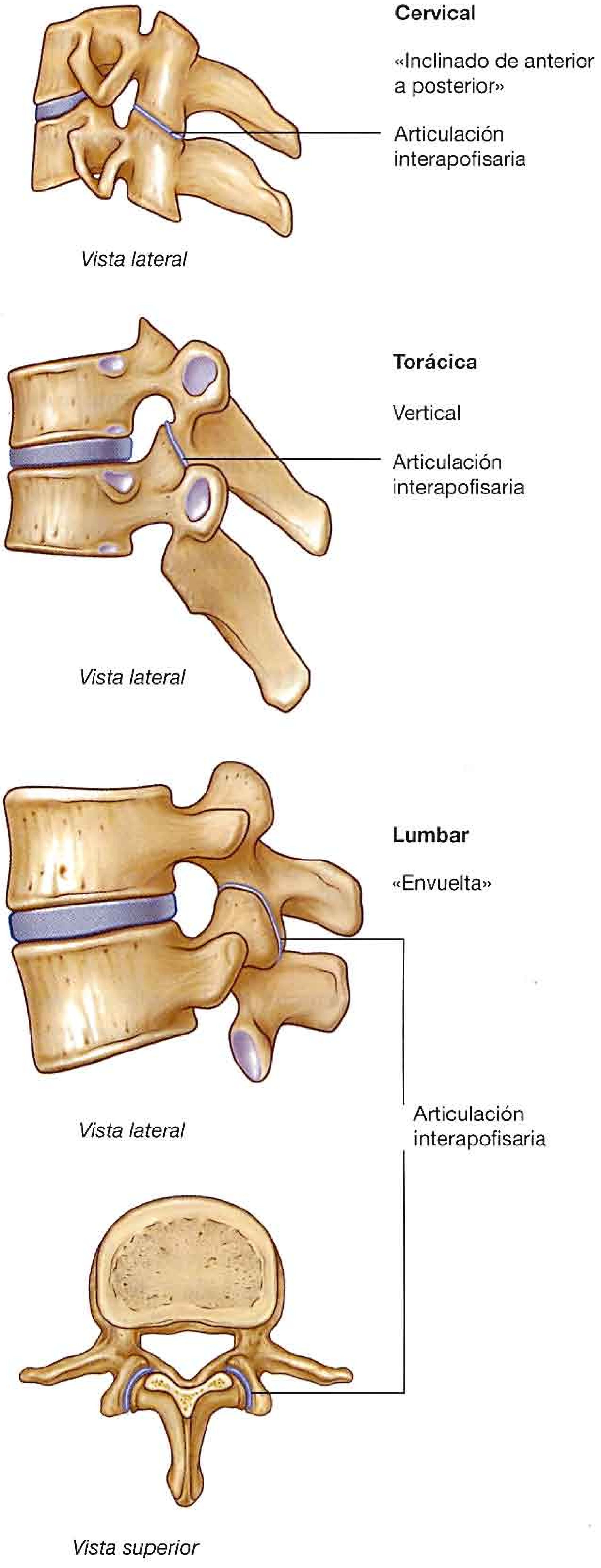


Fig. 2.32 Articulaciones cigapofisarias.

Conceptos prácticos

Hernia de discos intervertebrales

Los discos intervertebrales están constituidos por una porción central (el núcleo pulposo) y una serie compleja de anillos fibrosos (anillo fibroso). Se puede producir un desgarro en el anillo fibroso a través del cual puede salir el material del núcleo pulposo. Tras un período de tiempo, este material puede alcanzar el canal vertebral o un agujero intervertebral para presionar sobre estructuras nerviosas (fig. 2.33). Ésta es una causa frecuente de dolor de región dorsal del tronco. Un disco puede protruir posteriormente para contactar directamente con la médula o con las raíces de los nervios lumbares dependiendo del nivel, o puede protruir en sentido posterolateral adyacente al pedículo y comprimir una raíz descendente.

En las regiones cervicales de la columna, la protrusión de un disco cervical se osifica con frecuencia y se denomina barra osteofitaria.

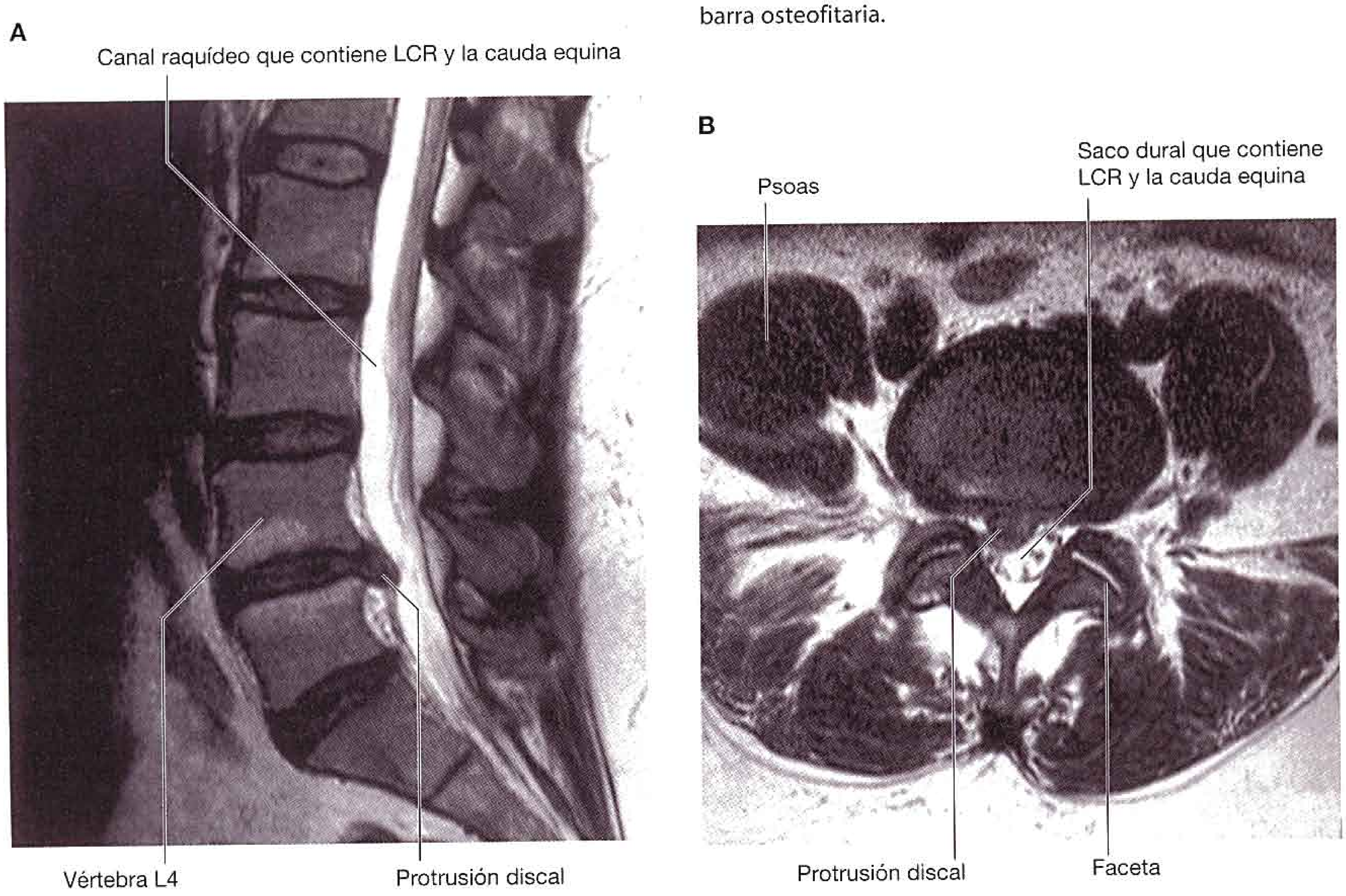


Fig. 2.33 Protrusión discal: imágenes de resonancia magnética ponderadas en T2 de la región lumbar de la columna vertebral. **A.** Plano sagital. **B.** Plano axial.

Conceptos prácticos

Articulaciones

Algunas enfermedades tienen predilección por articulaciones sinoviales en vez de sínfisis. Un ejemplo típico es la artritis reumatoide, que afecta primariamente a articulaciones y bolsas sinoviales, dando lugar a la destrucción de la articulación y de su tapizado interno. Las sínfisis suelen estar preservadas.

LIGAMENTOS

Las articulaciones intervertebrales se ven reforzadas y mantenidas por numerosos ligamentos, los cuales pasan entre los cuerpos vertebrales e interconectan componentes de los arcos vertebrales.

Ligamentos longitudinales anterior y posterior

Los ligamentos longitudinales anterior y posterior se encuentran en las superficies anterior y posterior de los cuerpos vertebrales y se extienden a lo largo de la mayor parte de la columna vertebral (fig. 2.34).

El **ligamento longitudinal anterior** se encuentra unido en su parte superior a la base del cráneo y se extiende inferiormente hasta unirse a la superficie anterior del sacro. A lo largo de su longitud se fusiona con los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales.

El **ligamento longitudinal posterior** se halla en la superficie posterior de los cuerpos vertebrales y tapiza la superficie anterior del canal vertebral. Como el ligamento longitudinal anterior, se fija a lo largo de su longitud a los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales.

Ligamentos amarillos

Los **ligamentos amarillos**, a cada lado, se sitúan entre las láminas de vértebras adyacentes (fig. 2.35). Estos delgados y anchos ligamentos están constituidos predominantemente por tejido elástico y forman parte de la superficie posterior del canal raquídeo. Cada ligamento amarillo discurre entre la superficie posterior de la lámina de la vértebra inferior y la superficie anterior de la lámina de la vértebra superior. Los ligamentos amarillos resisten la separación de las láminas en la flexión y ayudan a la extensión de vuelta a la posición anatómica.

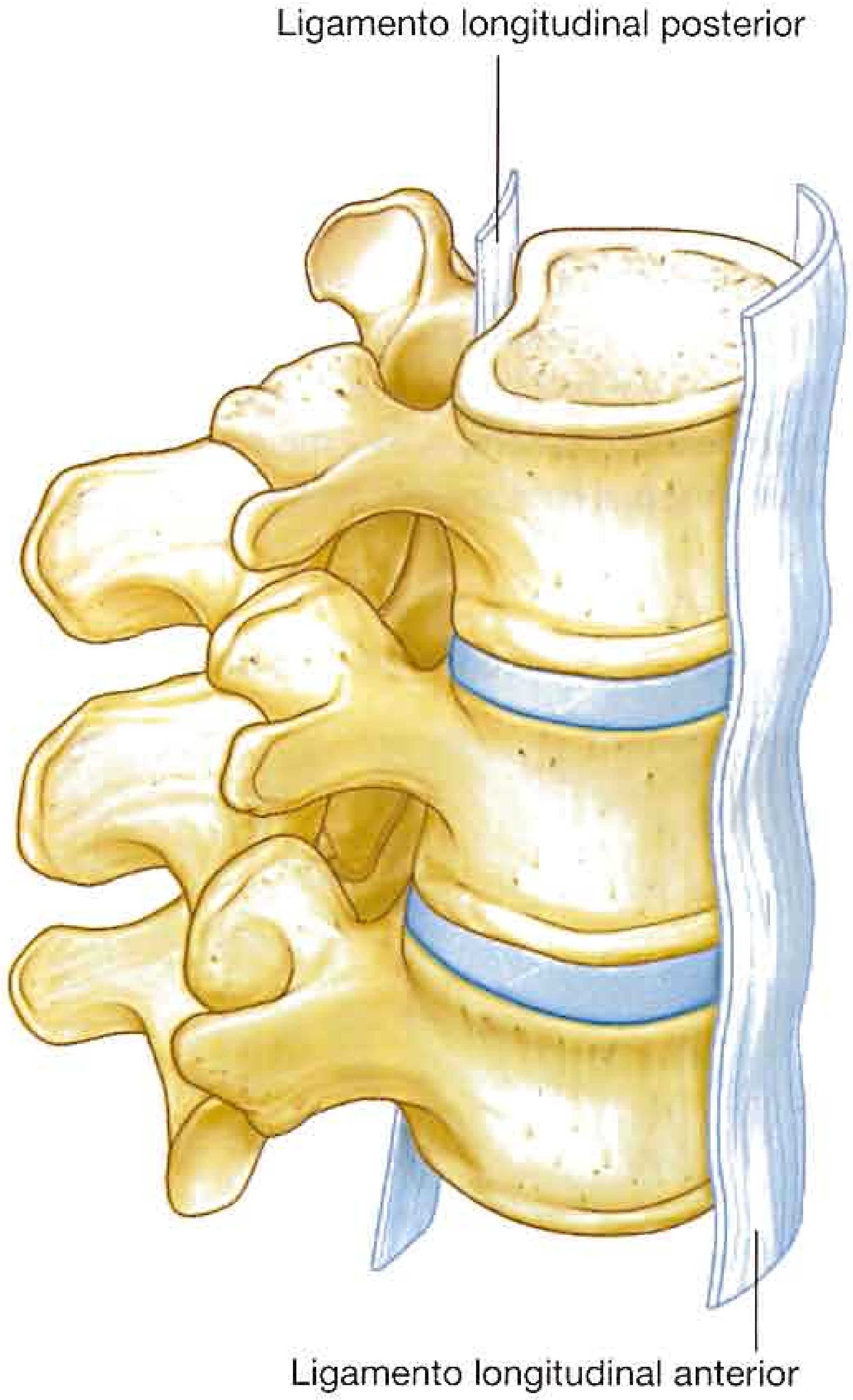


Fig. 2.34 Ligamentos longitudinales anterior y posterior de la columna vertebral.

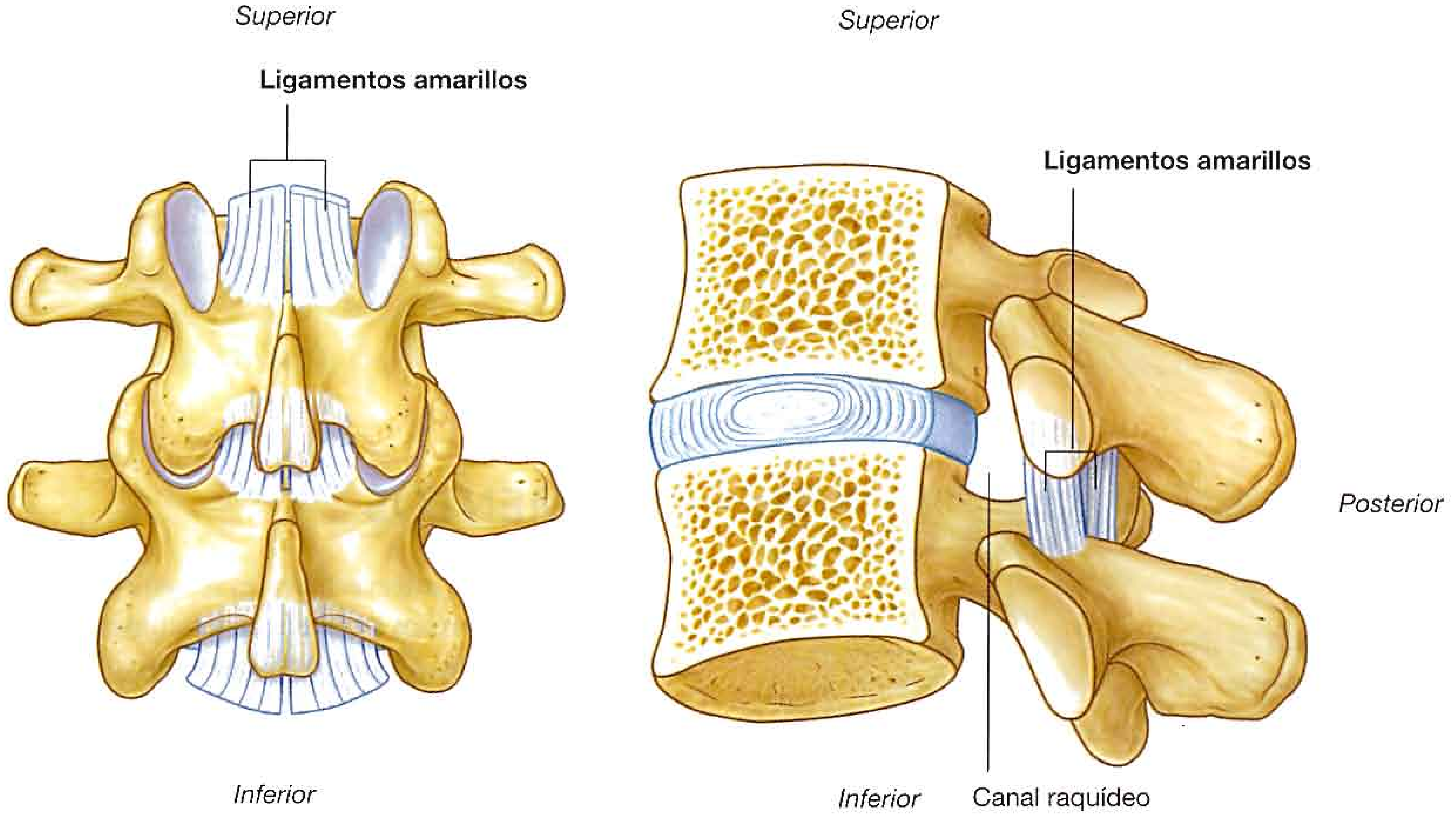


Fig. 2.35 Ligamentos amarillos.

Ligamento supraespinoso y ligamento nucal

El ligamento supraespinoso conecta y discurre a lo largo de los extremos de las apófisis espinosas vertebrales desde la vértebra C7 hasta el sacro (fig. 2.36). Desde la vértebra C7 hasta el cráneo, el ligamento se hace estructuralmente distinto a las partes más caudales y se denomina ligamento nucal.

El **ligamento nucal** es una estructura triangular como una hoja de papel situada en el plano medio sagital:

- La base del triángulo está unida al cráneo, desde la protuberancia occipital externa hasta el agujero magno.
- Su vértice está unido al extremo de la apófisis espinosa de la vértebra C7.
- La cara profunda del triángulo está unida al tubérculo posterior de la vértebra C1 y a las apófisis espinosas de las otras vértebras cervicales.

El ligamento nucal soporta la cabeza. Resiste la flexión y facilita el retorno de la cabeza a la posición anatómica. Las anchas superficies laterales y el borde posterior del ligamento proporcionan fijación para los músculos adyacentes.

Ligamentos interespinosos

Los ligamentos interespinosos se extienden entre las apófisis espinosas de vértebras adyacentes (fig. 2.37). Se fijan desde la base al vértice de cada apófisis espinosa y se mezclan con el ligamento supraespinoso posteriormente y con los ligamentos amarillos anteriormente y a cada lado.

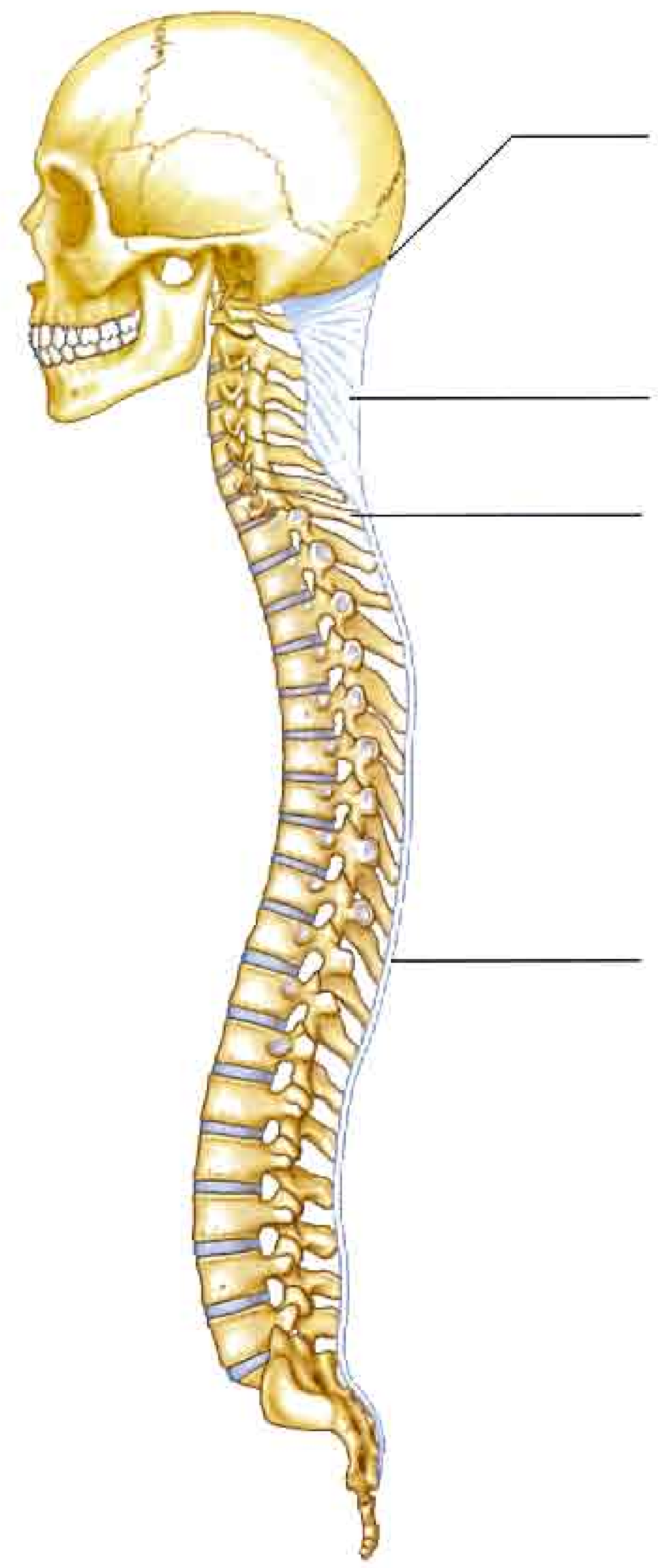


Fig. 2.36 Ligamento supraespinoso y ligamento nucal.

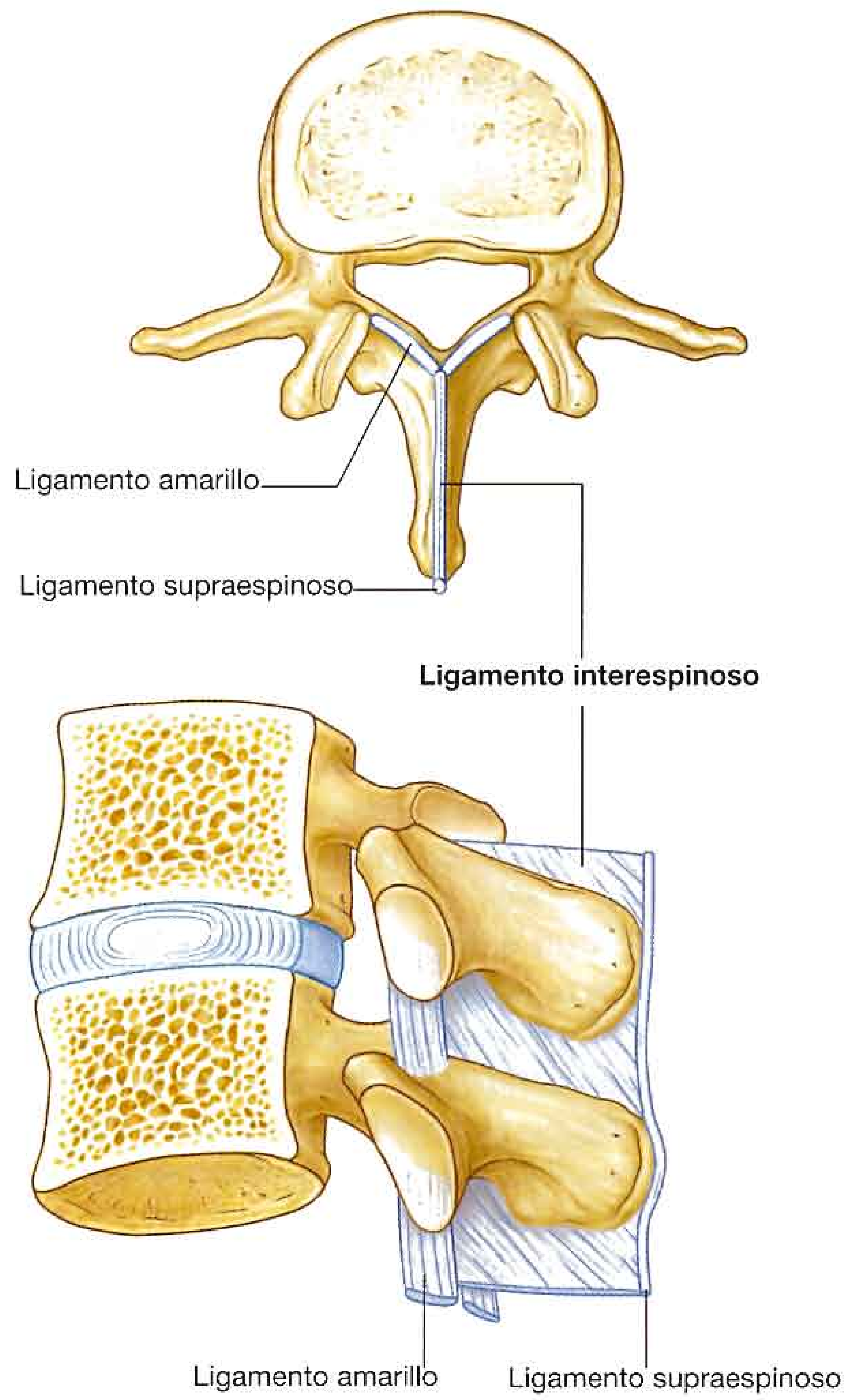


Fig. 2.37 Ligamentos interespinosos.

Conceptos prácticos

Ligamentos amarillos

Los ligamentos amarillos son estructuras importantes dentro del canal raquídeo. En procesos degenerativos de la columna vertebral, los ligamentos amarillos se pueden hipertrofiar. Este hecho se asocia a menudo a hipertrofia y a cambios artríticos en las articulaciones cigapofisarias. En combinación, la hipertrofia de la articulación cigapofisaria, la hipertrofia de los ligamentos amarillo y una protrusión discal leve pueden reducir las dimensiones del canal vertebral. La aparición conjunta de las tres condiciones no resulta infrecuente y ocasiona el síndrome de estenosis de canal vertebral.

Conceptos prácticos

Fracturas vertebrales

Las fracturas vertebrales pueden ocurrir en cualquier lugar a lo largo de la columna vertebral. En la mayoría de los casos, la fractura consolidará bajo circunstancias apropiadas. En el momento de la lesión, no es la misma fractura, sino la lesión asociada del contenido del canal vertebral y de los tejidos circundantes lo que determina la gravedad de la situación del paciente.

La estabilidad de la columna vertebral se encuentra dividida en tres «columnas» clínicas arbitrarias: la **columna anterior** incluye los cuerpos vertebrales y el ligamento longitudinal anterior; la **columna media** comprende el cuerpo vertebral y el ligamento vertebral longitudinal posterior; y la **columna posterior** está integrada por los ligamentos amarillos, los ligamentos interespinosos y supraespinosos y el ligamento nucal en la columna vertebral cervical.

La destrucción de una de estas columnas clínicas suele ser una lesión estable que requiere poco más que reposo y la analgesia adecuada. La interrupción de dos columnas tiene una elevada probabilidad de resultar inestable y requiere fijación e inmovilización. Una lesión espinal de tres columnas suele dar lugar a una afectación neurológica significativa y precisa fijación para evitar una mayor extensión del déficit neurológico y para recuperar la estabilidad de la columna vertebral.

En la unión cervicocraneal, una compleja serie de ligamentos mantienen la estabilidad. Si el evento traumático altera la estabilidad craneocervical, las probabilidades de una lesión relevante de la médula espinal son extremadamente elevadas. Las consecuencias son tetraplejia, aunque a corto plazo la función respiratoria puede verse comprometida por la parálisis del nervio frénico (el cual se forma a partir de los nervios raquídeos C3 a C5), e hipotensión grave (baja presión sanguínea) que puede deberse a la interrupción central de la parte simpática de la división autónoma del SNP.

Una lesión de la columna vertebral cervical media e inferior puede producir un rango de problemas neurológicos complejos que afectan a los miembros superiores e inferiores, aunque por debajo del nivel de C5 es raro que se vea comprometida la función respiratoria.

Las lesiones vertebrales también pueden afectar a las partes blandas y estructuras de soporte intervertebral. Ejemplos típicos de ello son las luxaciones uni o bifacetarias de las vértebras cervicales que tienen lugar en lesiones por hiperflexión.

De forma similar, las lesiones de la columna vertebral, dependiendo de su nivel, originan los déficit neurológicos correspondientes.

Las lesiones de la columna vertebral lumbar son raras. Cuando se producen, suelen implicar una fuerza significativa. Sabiendo que es precisa una fuerza importante para que se fracture una vértebra, hay que evaluar los órganos abdominales y el resto del esqueleto axial en busca de otras fracturas y de roturas viscerales.

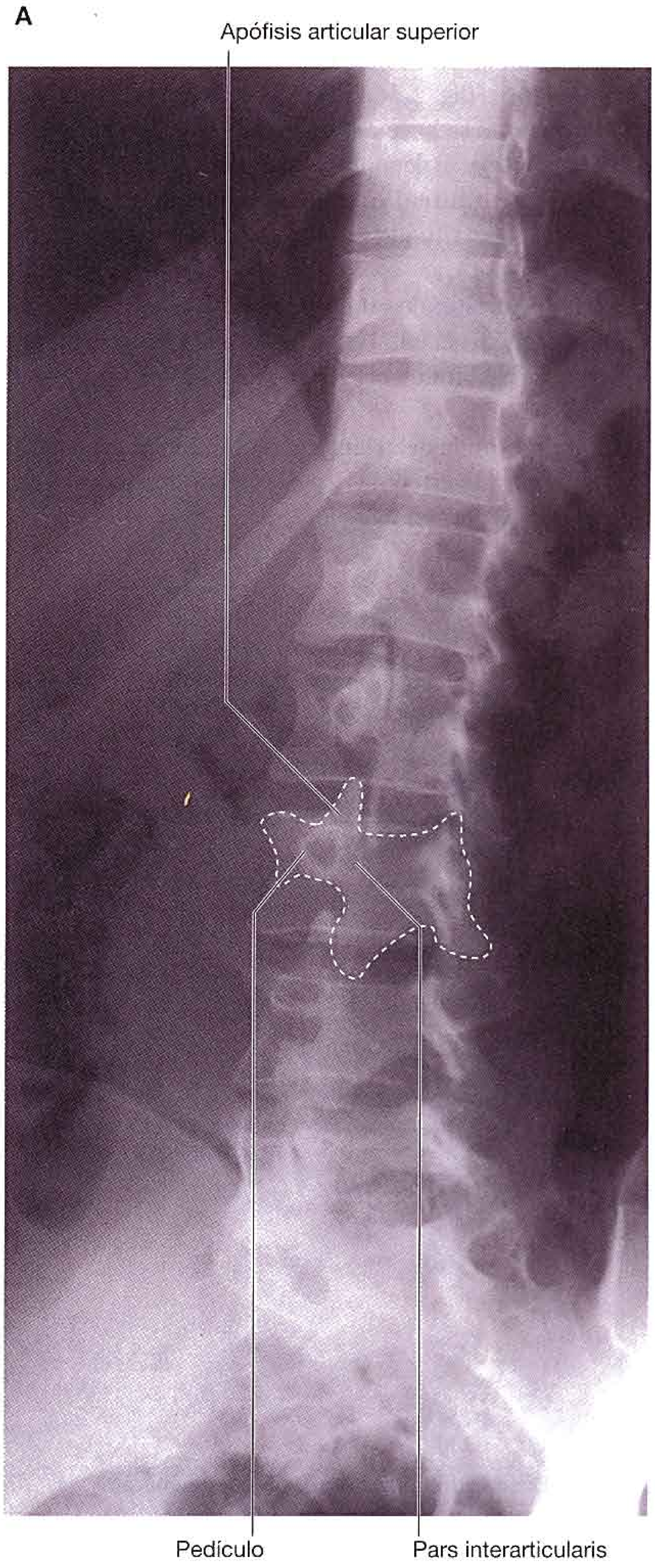


Fig. 2.38 Radiografía de la región lumbar de la columna vertebral, proyección oblicua («perro Scottie»). **A.** Normal.

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

B

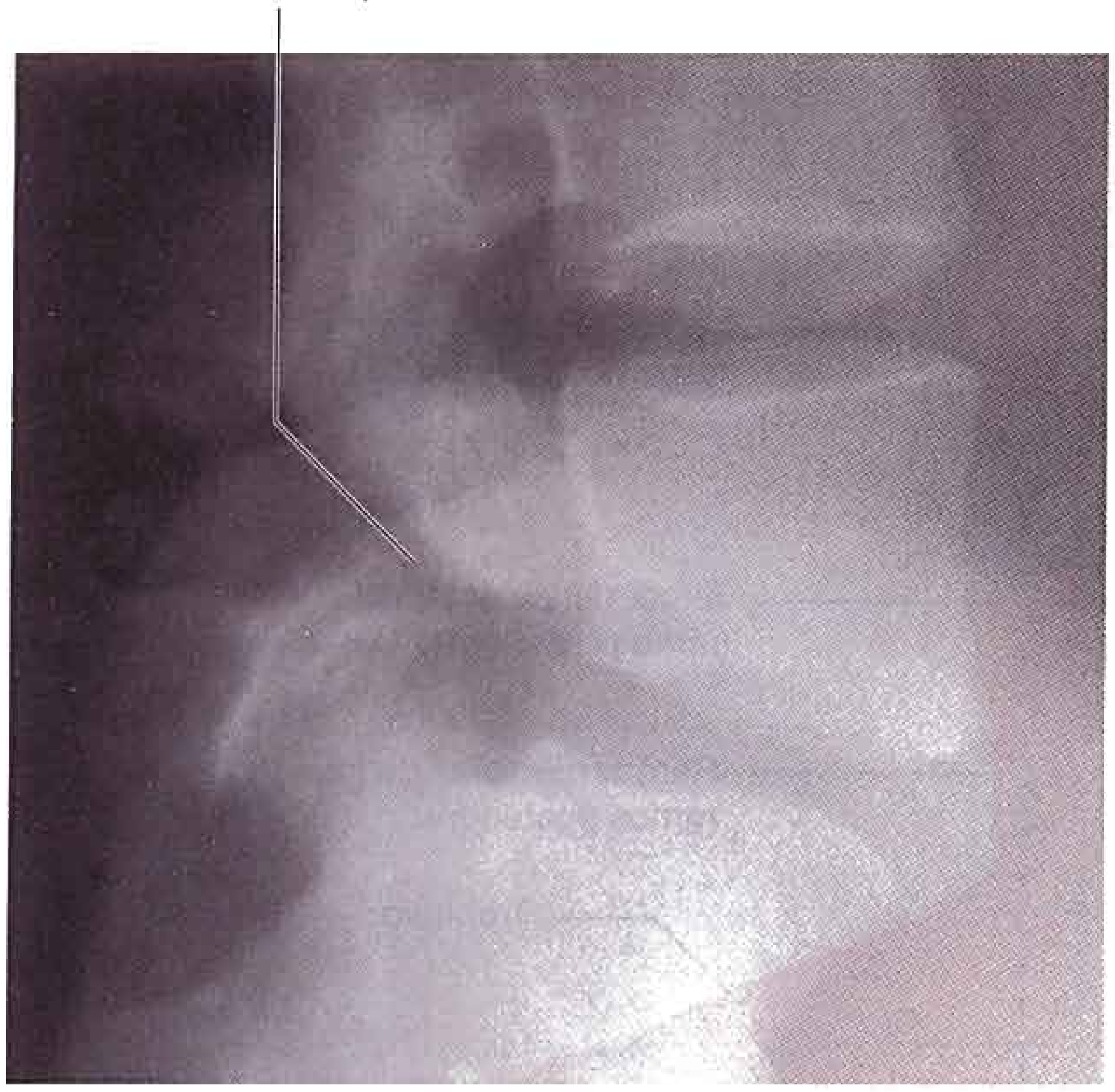


Fig. 2.38 ***(cont.)*** Radiografía de la región lumbar de la columna vertebral, proyección oblicua («perro Scottie»). **B.** Fractura de la pars interarticularis.

Fracturas de la pars interarticular

La pars interarticular es un término clínico que describe la región específica de la vértebra situada entre las facetas articulares superior e inferior (interfacetaria) (fig. 2.38A). Esta región es susceptible a traumatismos, especialmente en atletas.

Si se produce una fractura alrededor de la pars interarticular, el cuerpo vertebral se puede deslizar en sentido anterior y comprimir el canal vertebral.

Los lugares más comunes de fractura de la pars interarticular son los niveles L6 y L5 (fig. 2.38B). (Los clínicos a menudo se refieren a pares de la región dorsal del tronco con términos abreviados que no son estrictamente anatómicos; por ejemplo articulaciones facetarias y articulaciones apofisarias son términos utilizados para las articulaciones cigapofisarias, y se emplea columna espinal en vez de columna vertebral.)

Resulta posible que una vértebra se deslice en sentido anterior sobre la vértebra inmediatamente inferior sin que exista fractura de la pars interarticular. Suele estar en relación con anomalías anatómicas de las facetas articulares, con cambios degenerativos en las mismas o con una fractura de las pars interarticular. A este trastorno se lo denomina **espondilolistesis.**

MUSCULATURA DORSAL

La musculatura de la región dorsal del tronco se distribuye en grupos superficial, intermedio y profundo.

Los músculos de los grupos superficial e intermedio son músculos extrínsecos porque se originan embriológicamente en localizaciones diferentes a la región dorsal del tronco. Están inervados por los ramos anteriores de los nervios raquídeos:

- El grupo superficial comprende músculos relacionados e implicados en los movimientos del miembro superior.
- El grupo intermedio incluye músculos que se insertan en las costillas y que pueden realizar una función respiratoria.

Los músculos del grupo profundo son músculos intrínsecos porque se desarrollan en la región dorsal del tronco. Están inervados por ramos posteriores de los nervios raquídeos y se encuentran directamente relacionados con los movimientos de la columna vertebral y de la cabeza.

Grupo superficial de los músculos dorsales

Los músculos del grupo superficial se encuentran inmediatamente profundos a la piel y a la fascia superficial (figs. 2.39-2.42). Sirven de unión de la parte superior del esqueleto apendicular (clavícula, escápula y húmero) con el esqueleto axial (cráneo, costillas y columna vertebral). Como estos músculos están fundamentalmente implicados en los movimientos de esta parte del esqueleto apendicular, en algunas ocasiones se les ha denominado **grupo apendicular.**

Los músculos del grupo superficial incluyen el trapecio, dorsal ancho, romboides mayor, romboides menor y elevador de la escápula. El romboides mayor, romboides menor y elevador de la escápula están localizados profundos al trapecio en la parte superior de la región dorsal del tronco.

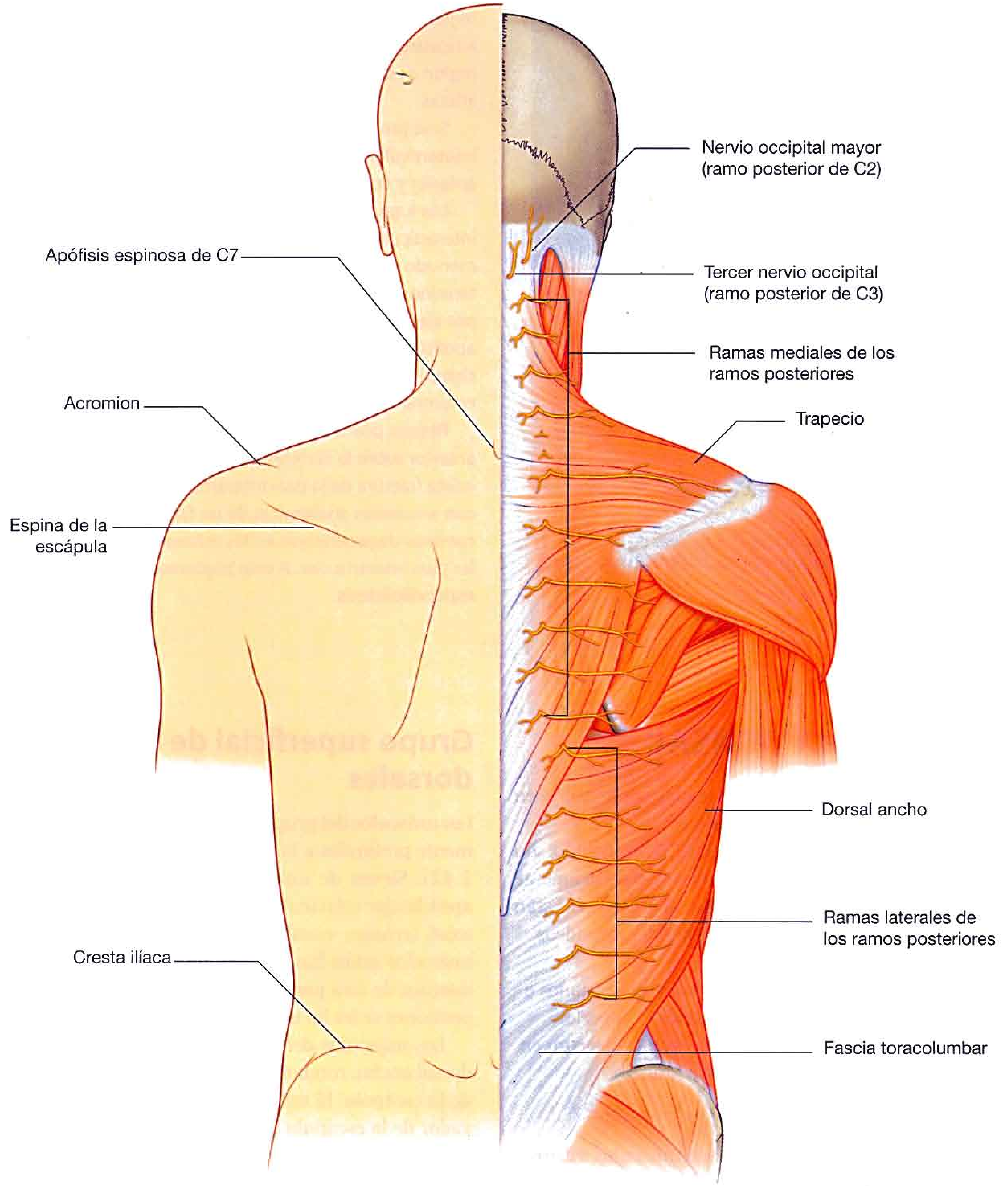


Fig. 2.39 Grupo superficial de los músculos de la región dorsal del tronco, trapecio y dorsal ancho.

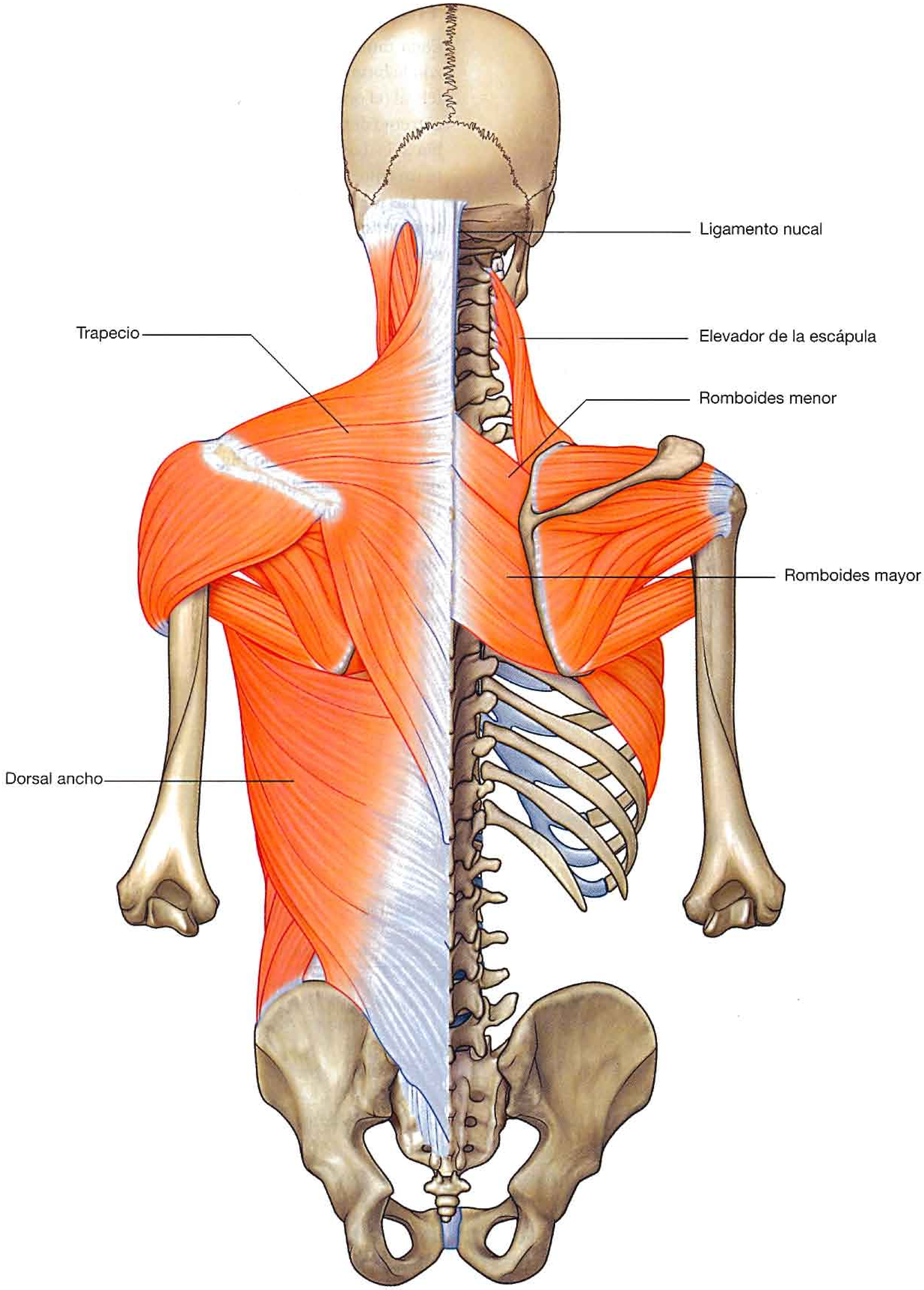


Fig. 2.40 Grupo superficial de los músculos de la región dorsal del tronco, trapecio y dorsal ancho, con el romboides mayor, el romboides menor y el elevador de la escápula localizados profundos al trapecio en la parte superior de la región dorsal del tronco.

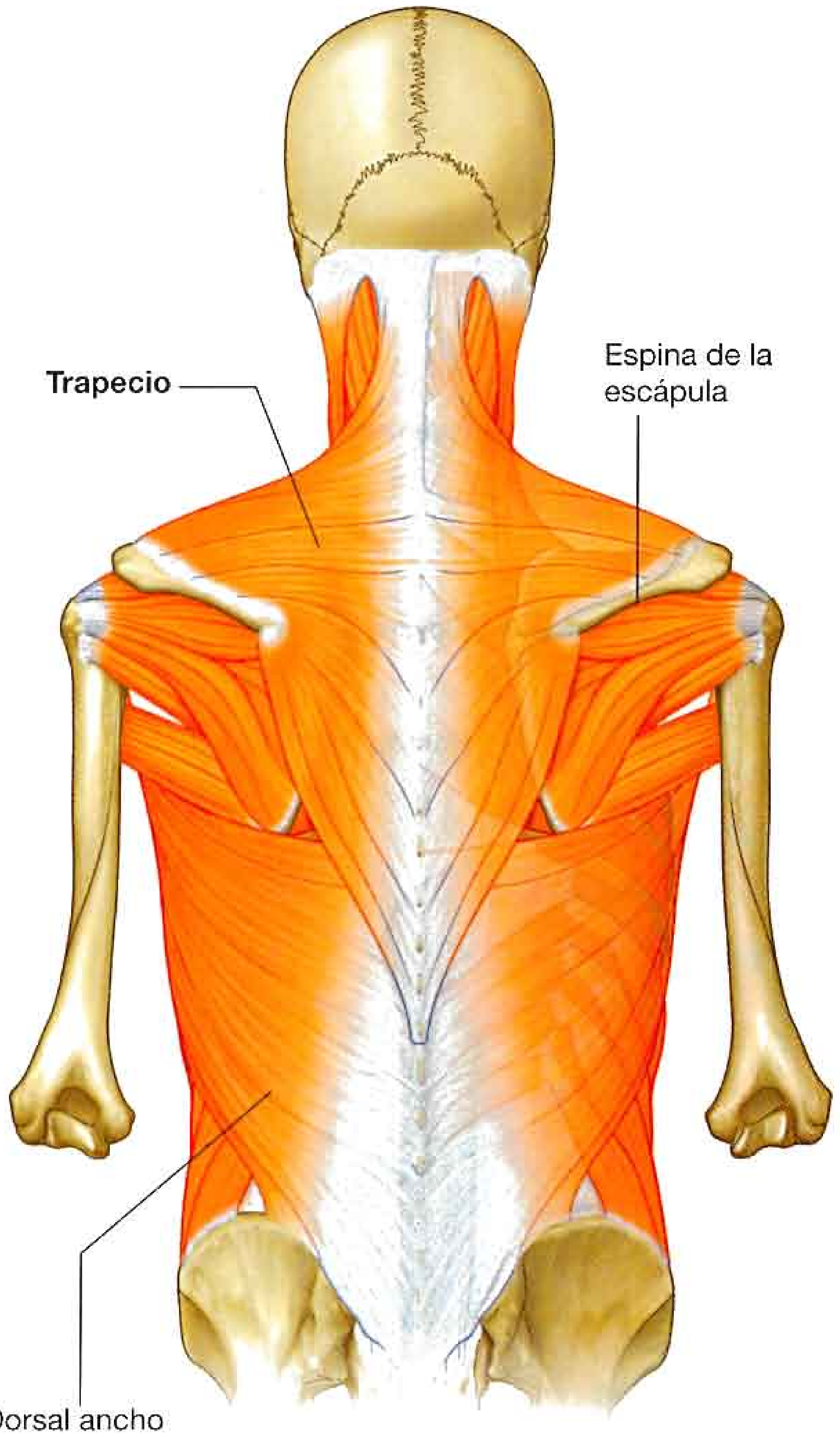


Fig. 2.41 Músculo trapecio.

Trapecio

Cada músculo **trapecio** es aplanado y de forma triangular, con la base del triángulo situada a lo largo de la columna vertebral (el origen del músculo) y el vértice apuntando hacia el extremo del hombro (la inserción del músculo) (fig. 2.40 y tabla 2.1). Los músculos de ambos lados forman conjuntamente un trapezoide.

Las fibras superiores del trapecio, desde el cráneo, y la parte superior de la columna vertebral descienden para insertarse en el tercio lateral de la clavícula y en el acromion de la escápula. La contracción de estas fibras eleva la escápula. Además, las fibras superiores e inferiores trabajan conjuntamente para rotar el borde lateral de la escápula hacia arriba con el fin de elevar los miembros superiores por encima de la cabeza.

La inervación motora del trapecio la realiza el nervio accesorio (XI), el cual desciende desde el cuello hacia la parte profunda del músculo (fig. 2.42). Fibras propioceptivas que parten del trapecio discurren por ramas del plexo cervical y entran en la médula espinal en los niveles medulares C3 y C4.

El aporte sanguíneo para el trapecio lo realizan la rama superficial de la arteria cervical transversa, la rama acromial de la arteria suprascapular y ramas dorsales de las arterias intercostales posteriores.

Tabla 2.1 Grupo superficial (apendicular) de los músculos de la región dorsal del tronco

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Trapecio	Línea nucal superior, protuberancia occipital externa, ligamento nucal, apófisis espinosas de C7 a T12	Tercio lateral de la clavícula, acromion, espina de la escápula	Motora; nervio accesorio (XI); propiocepción; C3 y C4	Ayuda a la rotación de la escápula durante la abducción del húmero por encima de la horizontal; las fibras superiores elevan, las centrales aducen y las fibras inferiores descienden la escápula
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de T6 a L5 y sacro, cresta ilíaca, costillas X a 12	Suelo del surco iotertuberositario del húmero	Nervio toracodorsal (C6 a C8)	Extiende, aduce y rota medialmente el húmero
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de C1 a C4	Parte superior, borde medial de la escápula	C3 a C4 y nervio escapular dorsal (C4, C5)	Eleva la escápula
Romboides mayor	Apófisis espinosas de T2 a T5	Borde medial de la escápula entre la espina y el ángulo inferior	Nervio escapular dorsal (C4, C5)	Retrae (aduce) y eleva la escápula
Romboides menor	Parte inferior del ligamento nucal, apófisis espinosas de C7 y T1	Borde medial de la escápula en la espina de la escápula	Nervio escapular dorsal (C4, C5)	Retrae (aduce) y eleva la escápula

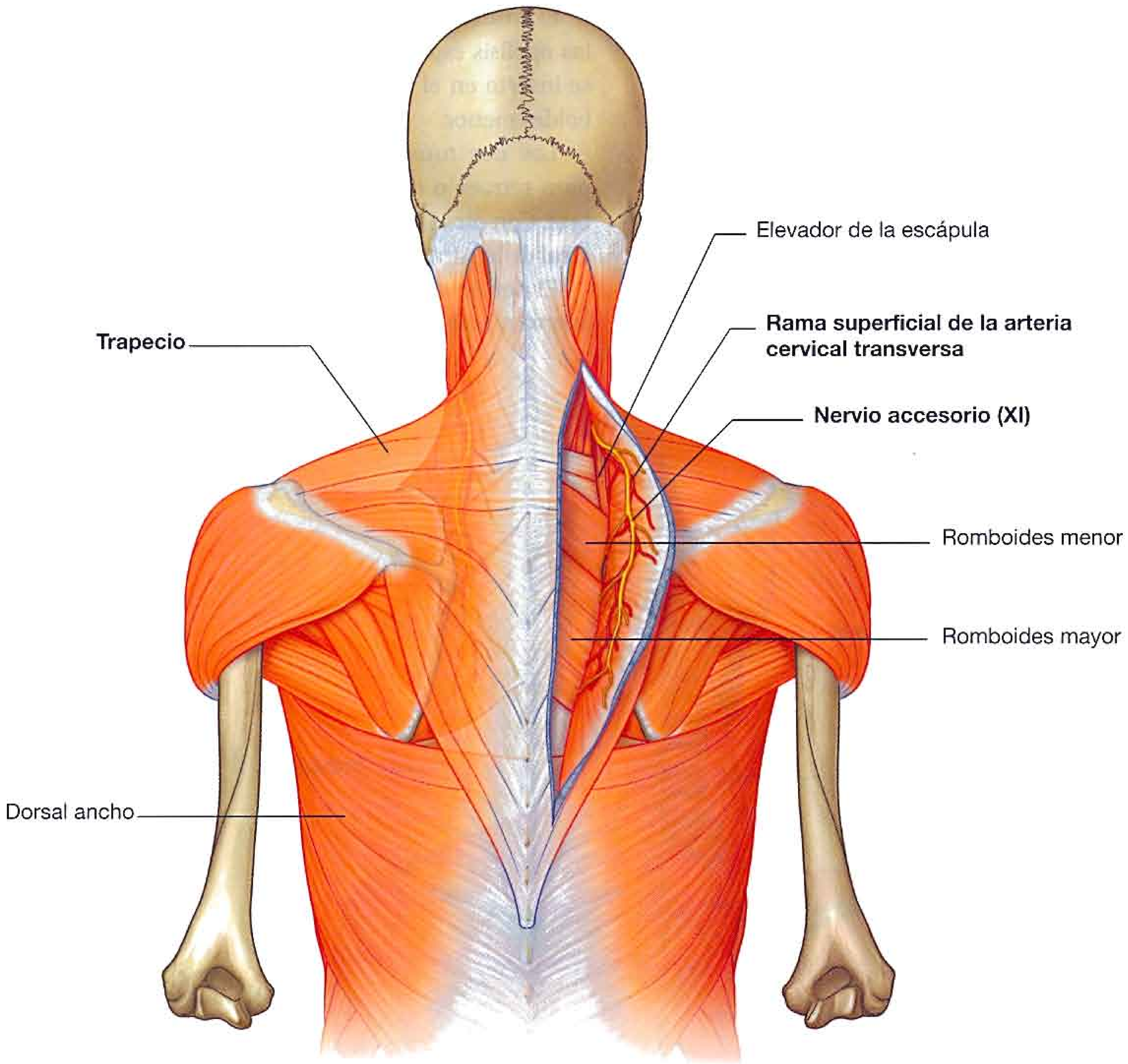


Fig. 2.42 Inervación y vascularización del trapecio.

Dorsal ancho

El **dorsal ancho** es un músculo grande, aplanado y triangular que comienza en la parte inferior de la región dorsal del tronco y se afila a medida que asciende formando un ancho tendón que se inserta en el húmero (figs. 2.39-2.42 y tabla 2.1). Como resultado, los movimientos asociados con este músculo incluyen la extensión, aducción y rotación interna del miembro superior. El dorsal ancho también puede deprimir el hombro, evitando su desplazamiento superior.

El nervio toracodorsal del plexo braquial es el que inerva el dorsal ancho. Asociada a este nervio se encuentra la arteria toracodorsal, que es el principal aporte sanguíneo para el músculo. Pequeñas arterias adicionales provienen de ramas dorsales de las arterias intercostales posteriores y lumbares.

Elevador de la escápula

El **elevador de la escápula** es un músculo fino que desciende a partir de las apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores hacia la parte superior de la escápula en su borde medial, en el ángulo superior (fig. 2.39 y tabla 2.1). Eleva la escápula y puede ayudar a otros músculos a rotar inferiormente el borde lateral de la escápula.

El elevador de la escápula está inervado por ramas de los ramos anteriores de los nervios raquídeos C3 y C4 y el nervio escapular dorsal, y su aporte arterial incluye ramas principalmente de las arterias cervicales transversa y ascendente.

Romboides mayor y romboides menor

Los dos músculos romboides son inferiores al elevador de la escápula (fig. 2.43 y tabla 2.1). El **romboides menor** es superior al romboides mayor, y es un pequeño músculo cilíndrico que se origina en el ligamento nucal del cuello y en las apófisis espinosas de las vértebras C7 y T1 y se inserta en el borde escapular medial opuesto a la raíz de la espina de la escápula.

El **romboides mayor**, de mayor tamaño, se origina sobre las apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores y se inserta en el borde escapular medial por debajo del romboides menor.

Los dos músculos romboides trabajan conjuntamente para retraer o acercar la escápula hacia la columna vertebral. Con otros músculos, también pueden rotar el aspecto lateral de la escápula en sentido inferior.

El nervio escapular dorsal, una rama del plexo braquial, inerva a ambos músculos romboides (fig. 2.44).

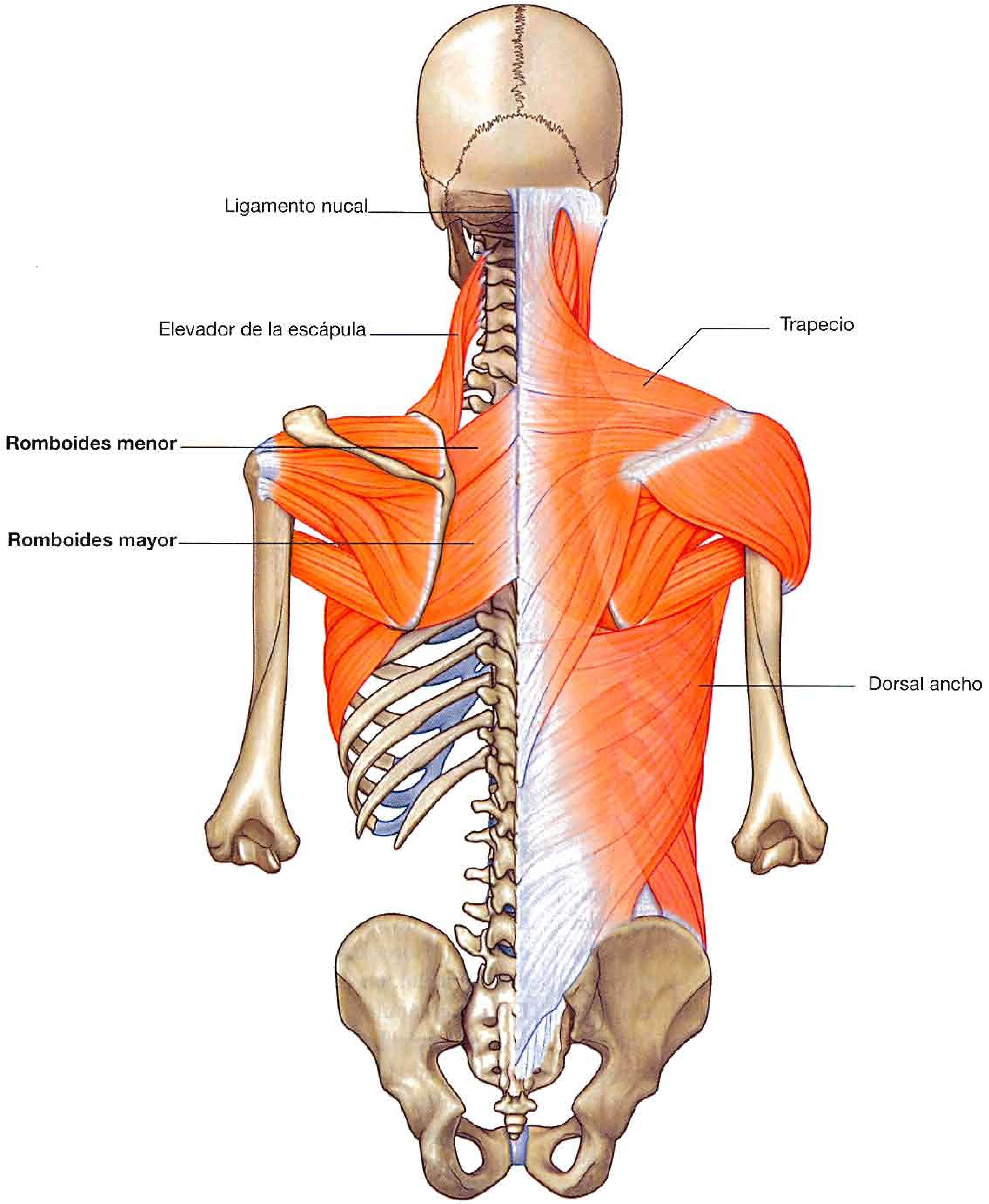


Fig. 2.43 Músculos romboides y elevador de la escápula.

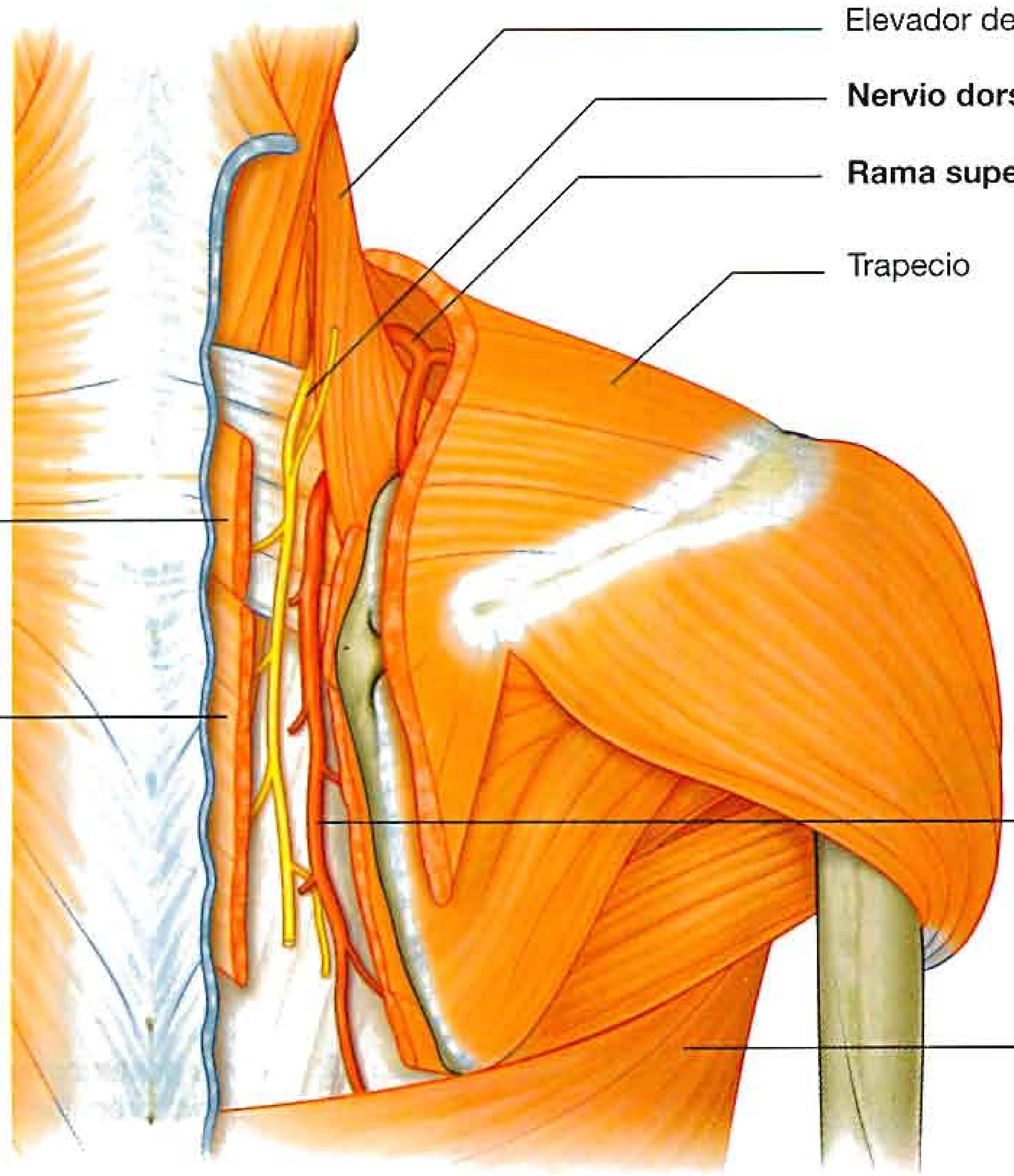


Fig. 2.44 Inervación y vascularización de los músculos romboides.

Grupo intermedio de los músculos de la región dorsal del tronco

Los músculos del grupo intermedio de músculos de la región dorsal del tronco incluyen dos finas láminas musculares en las regiones superior e inferior de la escápula, inmediatamente profundas a los músculos del grupo superficial (fig. 2.45). Las fibras de estos dos músculos serratos posteriores (**serrato posterosuperior** y **serrato posteroinferior**) discurren oblicuamente en sentido externo desde la columna vertebral para insertarse en las costillas. Esta situación sugiere una función respiratoria, y en ocasiones, estos músculos han sido denominados como el grupo respiratorio.

El serrato posterosuperior es profundo a los músculos romboides, mientras que el serrato posteroinferior es profundo al dorsal ancho (tabla 2.2). Ambos músculos serratos posteriores se insertan en la columna vertebral y estructuras asociadas medialmente, y bien descienden (las fibras del **serrato posterosuperior**) o ascienden (las fibras del **serrato posteroinferior**) para fijarse a las costillas. Estos dos músculos, por tanto, elevan y deprimen las costillas.

Los músculos serratos posteriores están inervados por ramas segmentarias de los ramos anteriores de los nervios intercostales. Su aporte vascular proviene de un patrón segmentario similar a través de las arterias intercostales.

Tabla 2.2 Grupo intermedio (respiratorio) de los músculos de la región dorsal del tronco

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Serrato posterosuperior	Parte inferior del ligamento nucal, apófisis espinosas de C7 a T3 y ligamentos supraespinosos	Borde superior de las costillas 2 a 5 inmediatamente lateral a sus ángulos	Ramo anterior de los nervios torácicos superiores (T2 a T5)	Eleva las costillas 2 a 5
Serrato posteroinferior	Apófisis espinosas de T11 a L3 y ligamentos supraespinosos	Borde inferior de las costillas IX a 12 inmediatamente lateral a sus ángulos	Ramo anterior de los nervios torácicos inferiores (T9 a T12)	Deprime las costillas IX a 12 y puede evitar la elevación de las costillas inferiores cuando se contrae el diafragma

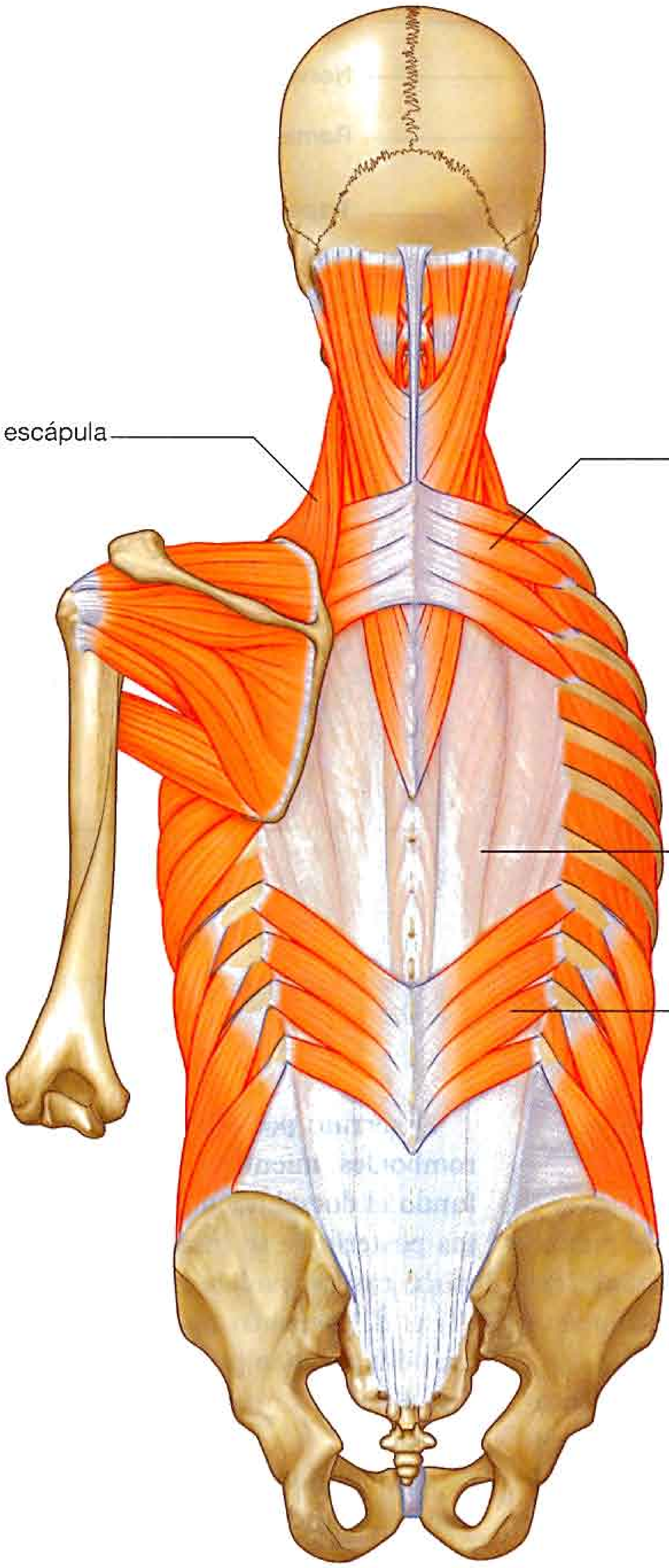


Fig. 2.45 Grupo intermedio de los músculos de la región dorsal del tronco, músculos serratos posteriores.

Grupo profundo de los músculos de la región dorsal del tronco

Los músculos profundos o intrínsecos de la región dorsal del tronco se extienden desde la pelvis al cráneo y están inervados por ramas segmentarias de los ramos posteriores de los nervios espinales. Incluyen:

- Los extensores y rotadores de la cabeza y el cuello: los esplenios de cabeza y cuello (músculos espinotransversos).
- Los extensores y rotadores de la columna vertebral: los erectores espinales y transversoespinales.
- Los músculos segmentarios cortos: los interespinosos e intertransversos.

El aporte vascular para este grupo profundo de músculos se realiza a través de ramas de las arterias vertebral, cervical profunda, occipital, cervical transversa, intercostal posterior, subcostal, lumbar y sacra lateral.

Fascia toracolumbar

La **fascia toracolumbar** cubre los músculos profundos de la región dorsal del tronco y el tronco (fig. 2.46). Esta capa fascial resulta clave en la organización global e integridad de la región:

- Superiormente, pasa anterior al músculo serrato posterosuperior y se continúa con la lámina superficial de la capa cobertora de la facial cervical en el cuello.
- En la región torácica, cubre a los músculos profundos y los separa de los músculos de los grupos superficial e intermedio.
- Medialmente, se fija en las apófisis espinosas de las vértebras torácicas y, lateralmente, a los ángulos de las costillas.

La inserción medial de los músculos dorsal ancho y serrato posteroinferior se fusiona con la fascia toracolumbar. En la región lumbar, la fascia toracolumbar consta de tres capas:

- La capa posterior es gruesa y está fijada a las apófisis espinosas de las vértebras lumbares, vértebras sacras y al ligamento supraespinoso. Desde estas inserciones se extiende lateralmente para cubrir al erector de la columna.
- La capa media se inserta medialmente en los extremos de las apófisis transversas de las vértebras lumbares y en los ligamentos intertransversos; inferiormente, se inserta en la cresta ilíaca, y superiormente en el margen inferior de la costilla 12.
- La capa anterior cubre la superficie anterior del músculo cuadrado lumbar (un músculo de la pared abdominal posterior) y se fija medialmente a las apófisis transversas de las vértebras lumbares; inferiormente, se inserta en la cresta ilíaca, y superiormente forma el ligamento arqueado lateral para la inserción del diafragma.

Las capas posterior y media de la fascia toracolumbar se unen en el margen lateral del erector espinal (fig. 2.46). En el borde lateral del cuadrado lumbar, la capa anterior se les une y forma la aponeurosis de origen del músculo transverso del abdomen de la pared abdominal.

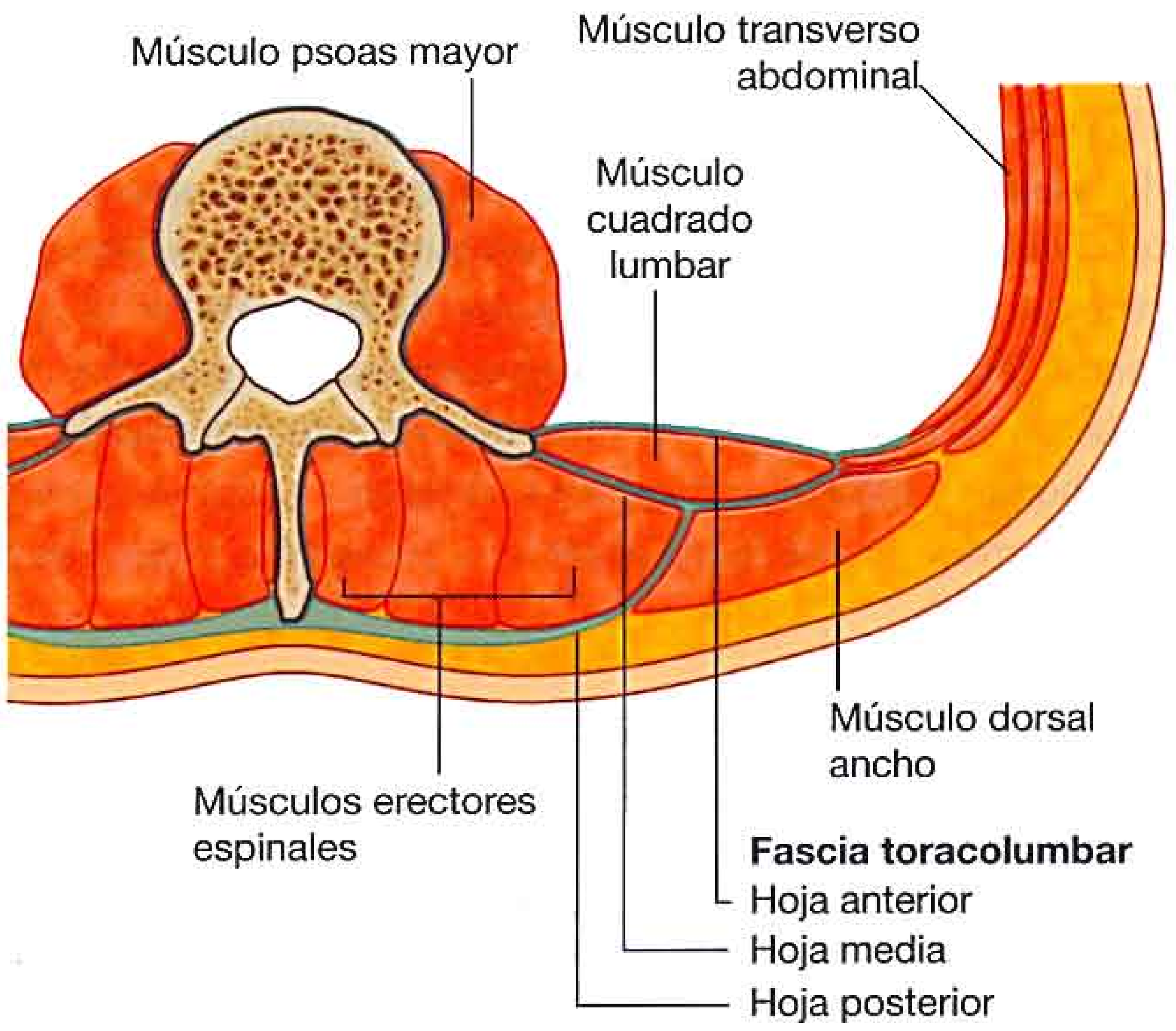


Fig. 2.46 Fascia toracolumbar y la capa profunda de los músculos de la región dorsal del tronco (sección transversal).

Músculos espinotransversos

Los dos músculos espinotransversos discurren desde las apófisis espinosas y el ligamento nucal en sentido superior y lateralmente (fig. 2.47 y tabla 2.3):

- El esplenio de la cabeza es un músculo ancho que se inserta en el hueso occipital y en la apófisis mastoides del hueso temporal.
- El esplenio del cuello es un músculo estrecho que se inserta en las apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores.

En conjunto, los músculos espinotransversos dirigen la cabeza hacia atrás, extendiendo el cuello. Individualmente, cada músculo rota la cabeza hacia un lado, el mismo lado del músculo que se contrae.

Músculos erectores de la columna

El erector espinal es el mayor grupo de músculos intrínsecos de la región dorsal del tronco. Estos músculos se sitúan posterolateralmente a la columna vertebral entre las apófisis espinosas medialmente y los ángulos de las costillas lateralmente. Están cubiertos en las regiones torácica y lumbar por la fascia toracolumbar y los músculos serrato posteroinferior, romboides y esplenios. La masa se origina a partir de un tendón ancho y grueso fijado al sacro, a las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y torácicas inferiores y a la cresta ilíaca (fig. 2.48 y tabla 2.4). Se divide en la región lumbar superior en tres columnas verticales de músculo, cada una de las cuales se subdivide regionalmente aún más (lumbar, torácica, cervical y de la cabeza), dependiendo del punto donde se inserten superiormente los músculos.

- La columna externa o situada más lateralmente de los músculos erectores de la columna es el **iliocostal**, que se asocia con los elementos costales y discurre desde el

Tabla 2.3 Músculos transversoespinales

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Esplenio de la cabeza	Mitad inferior del ligamento nucal, apófisis espinosas de C7 a T4	Apófisis mastoides, cráneo por debajo del tercio lateral de la línea nucal superior	Ramos posteriores de los nervios cervicales medios	Conjuntamente dirigen la cabeza hacia atrás extendiendo el cuello; individualmente dirigen y rotan la cabeza hacia un lado (giran la cara hacia el mismo lado)
Esplenio del cuello	Apófisis espinosas de T3 a T6	Apófisis transversas de C1 a C3	Ramos posteriores de los nervios cervicales inferiores	Conjuntamente extienden el cuello; individualmente dirigen y rotan la cabeza hacia un lado (giran la cara hacia el mismo lado)

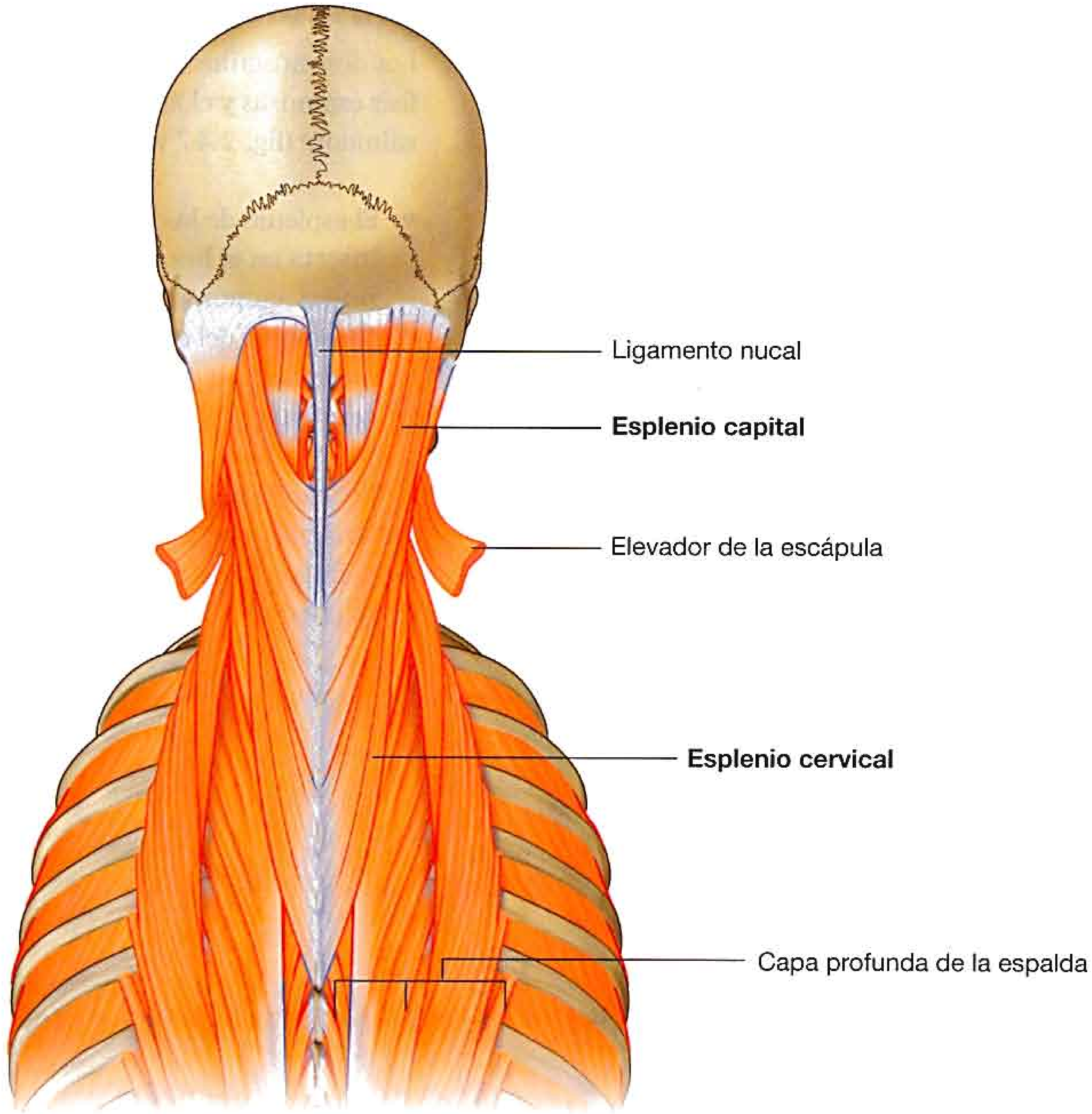


Fig. 2.47 Grupo profundo de los músculos de la región dorsal del tronco, músculos transversoespinales (esplenio de la cabeza y esplenio del cuello).

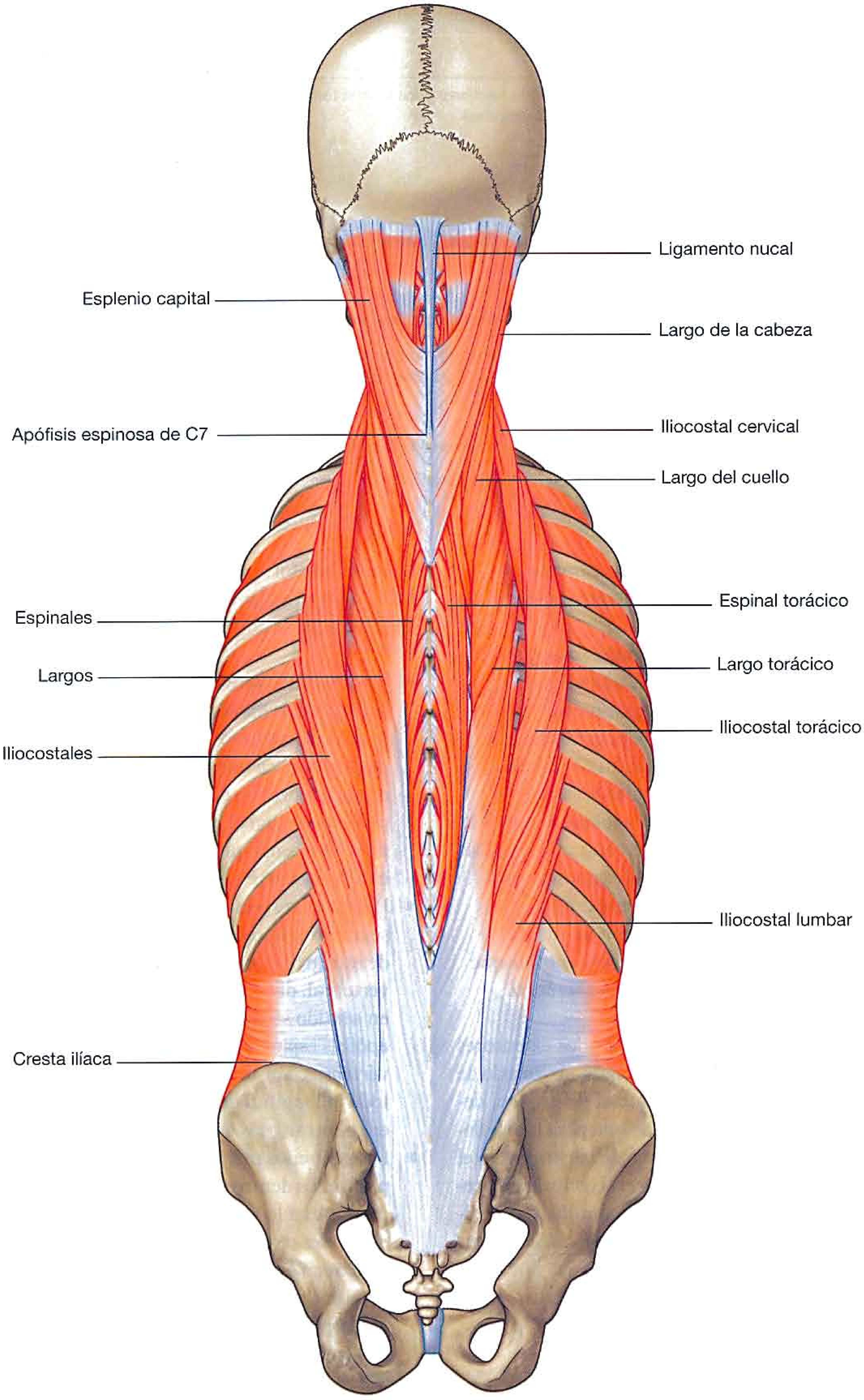


Fig. 2.48 Grupo profundo de los músculos de la región dorsal del tronco: músculos erectores de la columna.

Tabla 2.4 Grupo erector espinal de los músculos de la región dorsal del tronco

Músculo	Origen	Inserción
Iliocostales lumbares	Sacro, apófisis espinosas de las vértebras lumbares y dos últimas torácicas y sus ligamentos supraespinosos, y la cresta ilíaca	Ángulos de las seis o siete costillas inferiores
Iliocostales torácicos	Ángulos de las seis costillas inferiores	Ángulos de las seis costillas superiores y la apófisis espinosa de C7
Iliocostales cervicales	Ángulos de las costillas 3 a 6	Apófisis transversas de C4 a C6
Longísimo torácico	Se fusiona con los iliocostales en la región lumbar, y está unido a las apófisis transversas de las vértebras lumbares	Apófisis transversas de todas las vértebras torácicas e inmediatamente lateral a los tubérculos de las nueve o diez costillas inferiores
Longísimo del cuello	Apófisis transversas de las cuatro o cinco vértebras torácicas superiores	Apófisis transversas de C2 a C6
Longísimo de la cabeza	Apófisis transversas de las cuatro o cinco vértebras torácicas superiores y apófisis articulares de las tres o cuatro vértebras cervicales inferiores	Borde posterior de la apófisis mastoides
Espinoso torácico	Apófisis espinosas de T10 o T11 a L2	Apófisis espinosas de T1 a T8 (varía)
Espinoso del cuello	Parte inferior del ligamento nucal y apófisis espinosa de C7 (a veces T1 o T2)	Apófisis espinosa de C2 (axis)
Espinoso de la cabeza	Habitualmente se fusiona con los semiespinales capitales	Con los semiespinosos de la cabeza

tendón común de origen a múltiples inserciones en los ángulos de las costillas y en las apófisis transversas de las vértebras cervicales inferiores.

- La columna medial o intermedia es el **longísimo**, que es la mayor de la subdivisión de los erectores espinales, y se extiende desde el tendón común de origen hasta la base del cráneo. A lo lago de esta vasta expansión, la disposición lateral del músculo longísimo se encuentra en el área de las apófisis transversas de las diferentes vértebras.
- La columna muscular más medial es el **espinoso**, que es la más pequeña de las subdivisiones e interconecta las apófisis espinosas de las vértebras adyacentes. El espinoso es más constante en la región torácica y está generalmente ausente en la región cervical. Se asocia con un músculo más profundo (el semiespinoso de la cabeza) a medida que el grupo erector de la columna se aproxima al cráneo.

Los músculos del grupo erector espinal son los extensores primarios de la columna vertebral y de la cabeza. Actuando de forma bilateral, enderezando la región dorsal del tronco, devolviéndola a su posición erecta a partir de una posición de flexión y llevando la cabeza hacia atrás. También participan en el control de la flexión de la columna vertebral al contraerse y relajarse de forma coordinada. Actuando unilateralmente, inclinan la columna vertebral en sentido lateral. Además, la contracción unilateral de los músculos insertados en la cabeza hace girar la cabeza hacia el lado de contracción activa.

Músculos transversoespinosos

Los músculos transversoespinosos se dirigen oblicuamente superior y medialmente desde las apófisis transversas a las apófisis espinosas, ocupando el surco entre estas dos prolongaciones vertebrales (fig. 2.49 y tabla 2.5). Se sitúan profundos a los erectores de la columna y están constituidos por tres subgrupos principales: los músculos semiespinosos, multífidos y rotadores.

- Los músculos **semiespinosos** son el agrupamiento más superficial de fibras musculares en el grupo transversoespinoso. Estos músculos se originan en la región torácica inferior y terminan insertándose en el cráneo, cruzando entre cuatro y seis vértebras desde su punto de origen al punto de inserción. Se encuentran músculos semiespinosos en las regiones torácica y cervical, e insertándose en el hueso occipital en la base del cráneo.
- Profundo respecto a los semiespinosos se encuentra el segundo grupo de músculos, el **multífido.** Los músculos de este grupo se extienden a lo largo de toda la columna vertebral, discurriendo desde un punto lateral de origen en sentido superior y medial para insertarse en las apófisis espinosas, y saltando entre dos y cuatro vértebras. Los músculos multífidos están presentes en toda la longitud de la columna vertebral, pero se encuentran más desarrollados en la región lumbar.
- Los pequeños músculos **rotadores** son los más profundos dentro del grupo transversoespinoso. Están presentes a lo largo de toda la columna vertebral, pero mejor desarrollados en la región torácica. Sus fibras se extienden en sentido superior y medialmente desde las apófisis transversas a las espinosas, cruzando dos vértebras (rotadores largos) o insertándose en la vértebra adyacente (rotadores cortos).

Cuando los músculos del grupo transversoespinoso se contraen bilateralmente, extienden la columna vertebral, una acción similar a la del grupo erector de la columna. Sin embargo, cuando sólo se contraen los músculos de un lado, dirigen

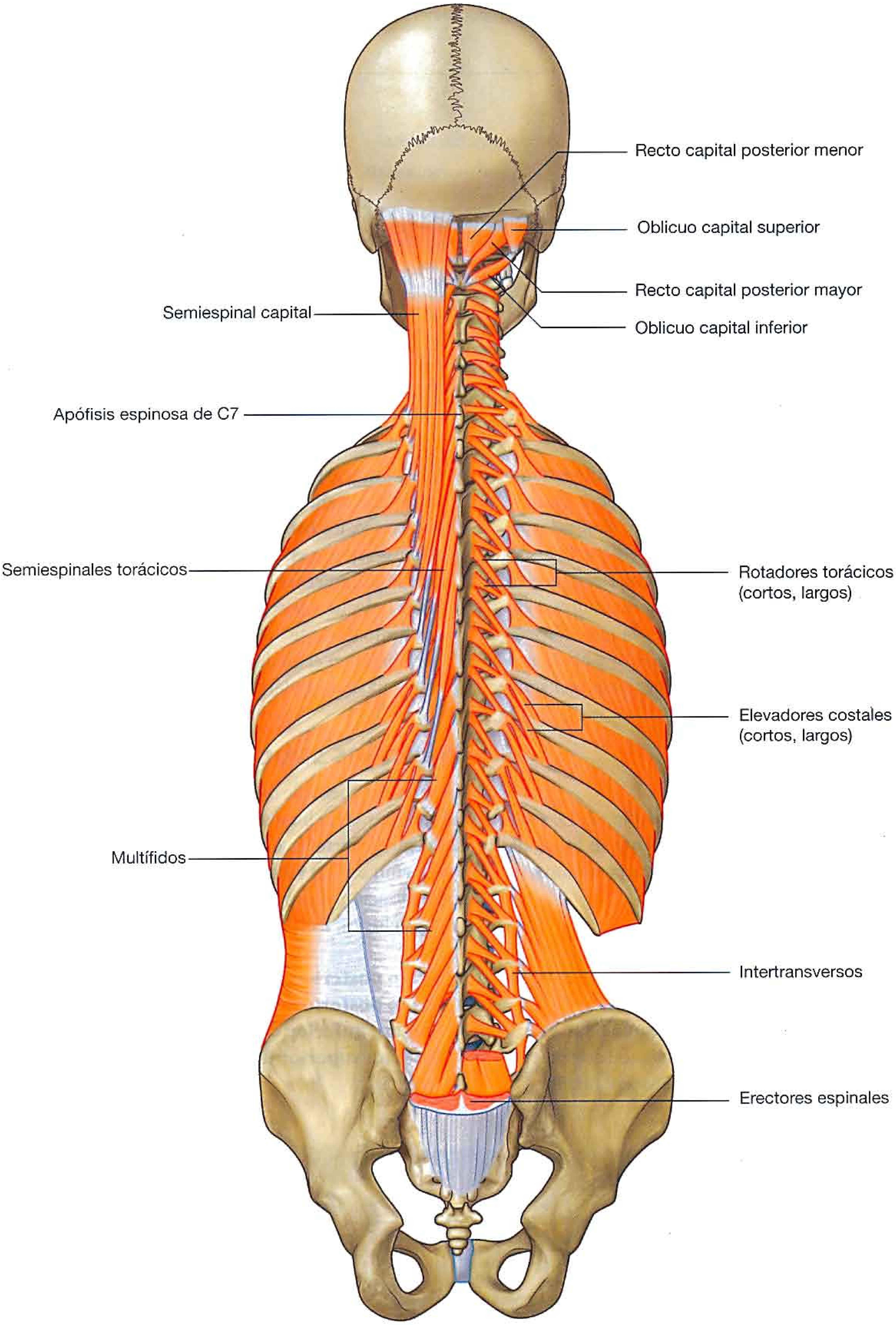


Fig. 2.49 Grupo profundo de los músculos de la región dorsal del tronco: músculos transversoespinales y segmentarios.

Tabla 2.5 Grupo transversoespinoso de los músculos de la región dorsal del tronco

Músculo	Origen	Inserción
Semiespinoso torácico	Apófisis transversas de T6 a T10	Apófisis espinosas de las cuatro vértebras torácicas superiores y de las dos vértebras cervicales inferiores
Semiespinoso del cuello	Apófisis transversas de las cinco o seis vértebras torácicas superiores	Apófisis espinosas de C2 (axis) a C5
Semiespinoso de la cabeza	Apófisis transversas de T1 a T6 (o T7) y C7 y las apófisis articulares de C4 a C6	Zona medial entre las líneas nucales superior e inferior del hueso occipital
Multífido	Sacro, origen del erector espinal, espina ilíaca posterosuperior, procesos mamilares de las vértebras lumbares, apófisis transversas de las vértebras torácicas y apófisis articular de las cuatro vértebras cervicales inferiores	Base de las apófisis espinosas de todas las vértebras entre L5 y C2 (axis)
Rotadores lumbares	Procesos mamilares de las vértebras lumbares	Apófisis espinosas de las vértebras lumbares
Rotadores torácicos	Apófisis transversas de las vértebras torácicas	Apófisis espinosas de las vértebras torácicas
Rotadores cervicales	Apófisis articulares de las vértebras cervicales	Apófisis espinosas de las vértebras cervicales

las apófisis espinosas hacia las apófisis transversas de ese lado, haciendo que el tronco gire o rote en la dirección contraria.

Un músculo del grupo transversoespinoso, el **semiespinoso de la cabeza,** realiza una acción única porque se inserta en el cráneo. Al contraerse de forma bilateral, este músculo desplaza la cabeza hacia atrás, mientras que su contracción unilateral mueve la cabeza posteriormente y la gira, haciendo que el mentón se desplace en sentido superior y gire hacia el lado del músculo en contracción. Estas acciones son similares a las del erector espinal superior.

Músculos segmentarios

Los dos grupos de músculos segmentarios (fig. 2.49 y tabla 2.6) se encuentran situados profundamente en la región dorsal del tronco y están inervados por ramos posteriores de los nervios raquídeos.

- El primer grupo de músculos segmentarios son los músculos **elevadores costales,** los cuales se originan en las apófisis transversas de las vértebras C7 y T1 a T11. Tienen una dirección oblicua lateral y descendente y se insertan en la costilla inferior a la vértebra de origen, en el área del tubérculo. Su contracción eleva las costillas.
- El segundo grupo de músculos segmentarios son los músculos segmentarios verdaderos de las región dorsal del tronco, los **interespinosos,** que discurren entre las apófisis espinosas adyacentes y los **intertransversos,** que se sitúan entre las apófisis transversas adyacentes. Estos músculos posturales estabilizan las vértebras en conjunto durante los movimientos de la columna vertebral con el fin de permitir una acción más eficaz de los grupos musculares mayores.

Músculos suboccipitales

Un grupo pequeño de músculos profundos en la región cervical superior, en la base del hueso occipital, mueven la cabeza. Conectan la vértebra C1 (el atlas) con la vértebra C2 (el axis) y conectan ambas vértebras con la base del cráneo. Debido a su localización, a veces se les denomina músculos suboccipitales. Incluyen, a cada lado:

- **Recto posterior mayor de la cabeza.**
- **Recto posterior menor de la cabeza.**
- **Oblicuo inferior de la cabeza.**
- **Oblicuo superior de la cabeza** (figs. 2.49 y 2.50 y tabla 2.7).

Tabla 2.6 Músculos segmentarios de la región dorsal del tronco

Músculo	Origen	Inserción	Función
Elevadores costales	Músculos cortos pares que surgen entre las apófisis transversas de C7 a T11	La costilla bajo la vértebra de origen, cerca del tubérculo	Su contracción eleva la costilla
Interespinosos	Músculos cortos pares que se insertan en las apófisis espinosas de vértebras contiguas, uno a cada lado del ligamento interespinoso		
Intertransversos	Pequeños músculos entre las apófisis transversas de vértebras contiguas		

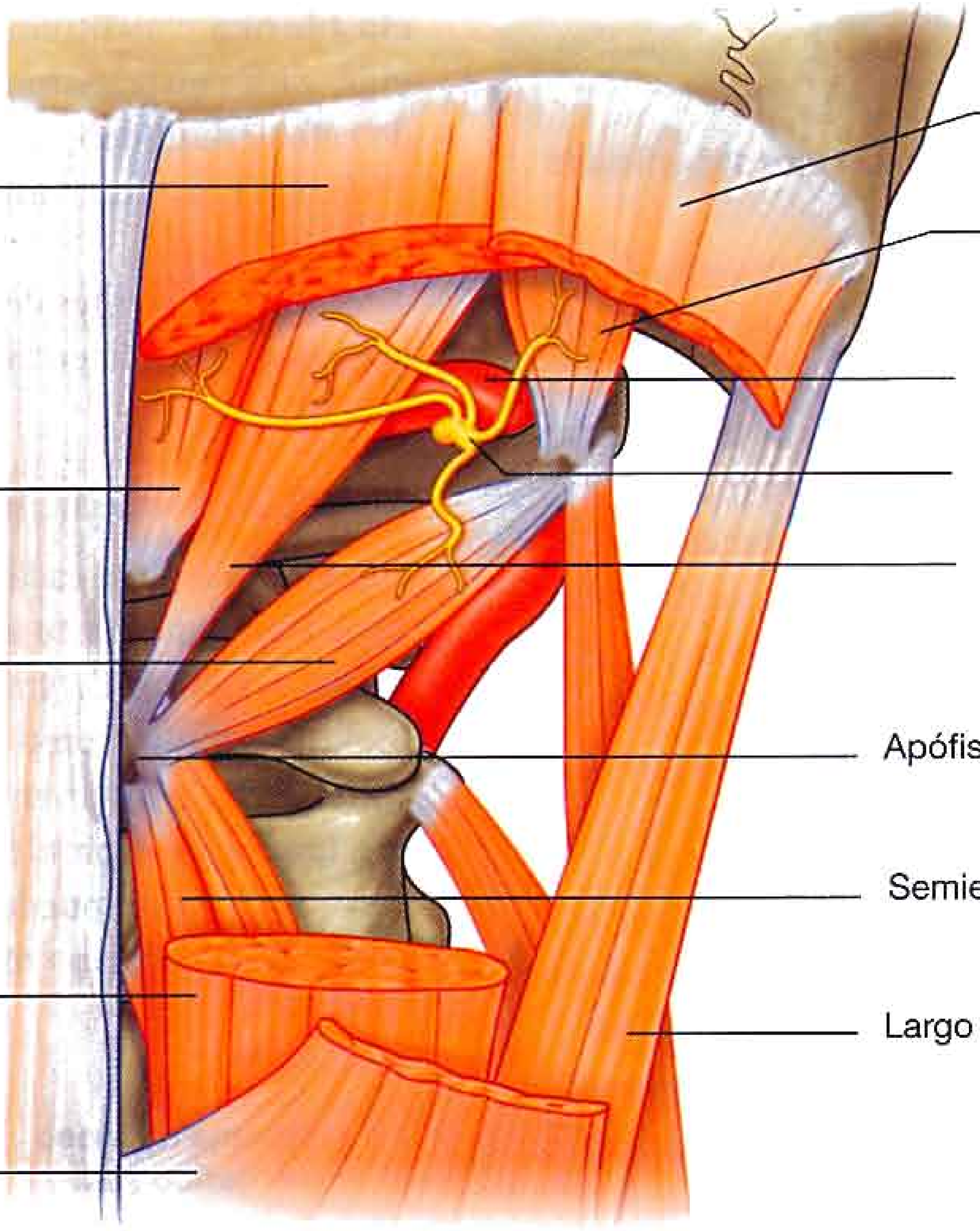


Fig. 2.50 Grupo profundo de los músculos de la región dorsal del tronco, músculos suboccipitales. También se muestran los límites del triángulo suboccipital.

Tabla 2.7 Grupo suboccipital de los músculos de la región dorsal del tronco

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Recto posterior mayor de la cabeza	Apófisis espinosa del axis (C2)	Porción lateral del hueso occipital por debajo de la línea nucal inferior	Ramo posterior de C1	Extensión de la cabeza; rotación de la cara hacia el mismo lado del músculo
Recto posterior menor de la cabeza	Apófisis espinosa del atlas (C1)	Porción medial del hueso occipital por debajo de la línea nucal inferior	Ramo posterior de C1	Extensión de la cabeza
Oblicuo superior de la cabeza	Apófisis transversa del atlas (C1)	Hueso occipital entre las líneas nucales superior e inferior	Ramo posterior de C1	Extensión de la cabeza e inclinación de la misma hacia el mismo lado
Oblicuo inferior de la cabeza	Apófisis transversa del axis (C2)	Apófisis transversa del atlas (C1)	Ramo posterior de C1	Rotación de la cara hacia el mismo lado

La contracción de los músculos suboccipitales extiende la cabeza en la articulación atloaxoidea.

Los músculos suboccipitales están inervados por el ramo posterior del primer nervio cervical, que entra en el área entre la arteria vertebral y el arco posterior del atlas. El aporte vascular para los músculos de esta zona se realiza a través de ramas de las arterias vertebral y occipital.

Los músculos suboccipitales forman los límites del triángulo suboccipital, un área que contiene varias estructuras importantes (fig. 2.50):

- El recto posterior mayor de la cabeza forma el borde medial del triángulo.
- El oblicuo superior de la cabeza forma el borde lateral.
- El oblicuo inferior de la cabeza forma el borde inferior.

El contenido del área delimitada por estos músculos son el ramo posterior de C1, la arteria vertebral y las venas asociadas.

Conceptos prácticos

Lesiones nerviosas que afectan a los músculos superficiales de la región dorsal del tronco

La debilidad del trapecio, producida por una interrupción del nervio accesorio (XI) puede aparecer como una caída del hombro, incapacidad para elevar el brazo por encima de la cabeza debido a la alteración en la rotación de la escápula, o como debilidad al intentar elevar el hombro (p. ej., encoger el hombro en contra de una resistencia).

Una debilidad del dorsal ancho, o una incapacidad para utilizarlo, como resultado de una lesión del nervio toracodorsal, disminuye la capacidad para desplazar el cuerpo hacia arriba durante una escalada o al empujar hacia arriba.

Una lesión del nervio escapular dorsal, que inerva el romboides, puede dar lugar a una desviación lateral de la posición de la escápula en el lado afectado (p. ej., se pierde la posición normal de la escápula por la incapacidad del músculo afectado de evitar que los músculos antagonistas tiren lateralmente de la escápula.

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso puede separarse en diferentes partes en base a su estructura o a su función:

- Estructuralmente, puede dividirse en sistema nervioso central (SNC) y sistema nervioso periférico (SNP) (fig. 2.51).
- Funcionalmente, puede dividirse en partes somática y visceral.

El SNC está compuesto por el encéfalo y la médula espinal; ambos se desarrollan a partir del tubo neural en el embrión.

El SNP está constituido por todas las estructuras nerviosas externas al SNC que conectan el SNC con el cuerpo. Los elementos de este sistema se desarrollan a partir de células de la cresta neural y como crecimiento o fuera del SNC. Consta de los nervios espinales y craneales, los nervios y plexos viscerales y el sistema entérico.

Sistema nervioso central

Encéfalo

Las partes del encéfalo son los hemisferios cerebrales, el cerebelo y el tronco del encéfalo. Los hemisferios cerebrales están constituidos de una porción externa o **sustancia gris** que contiene los cuerpos celulares, una porción interna o **sustancia blanca** constituida por los axones que forman tractos o vías, y los **ventrículos**, que son espacios ocupados por líquido cefalorraquídeo.

El cerebelo tiene dos lóbulos laterales y una porción en la línea media.

Los componentes del tronco del encéfalo son el diencéfalo, el mesencéfalo, la protuberancia y el bulbo raquídeo.

Médula espinal

La médula espinal es la parte del SNC que se extiende desde el agujero magno hasta aproximadamente el nivel del disco entre las vértebras L1 y L2 en adultos, aunque puede terminar incluso tan alta como el nivel de la vértebra T12 o tan baja como el disco intervertebral L2-L3 (fig. 2.52). En los neonatos, la médula espinal se extiende aproximadamente hasta la vértebra L3, pero puede alcanzar inferiormente incluso la vértebra L4. El extremo distal de la médula (el **cono medular**)

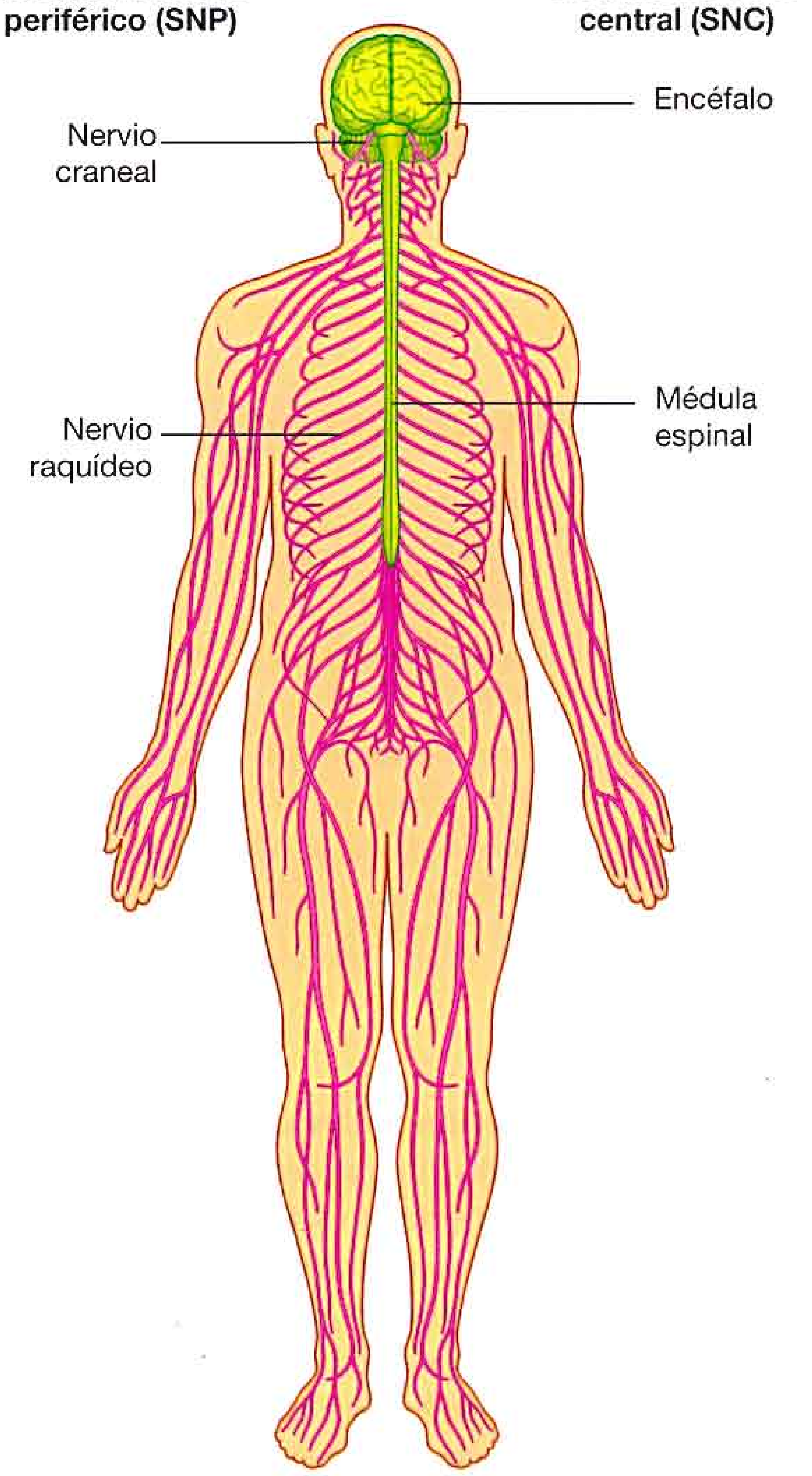


Fig. 2.51 SNC y SNP.

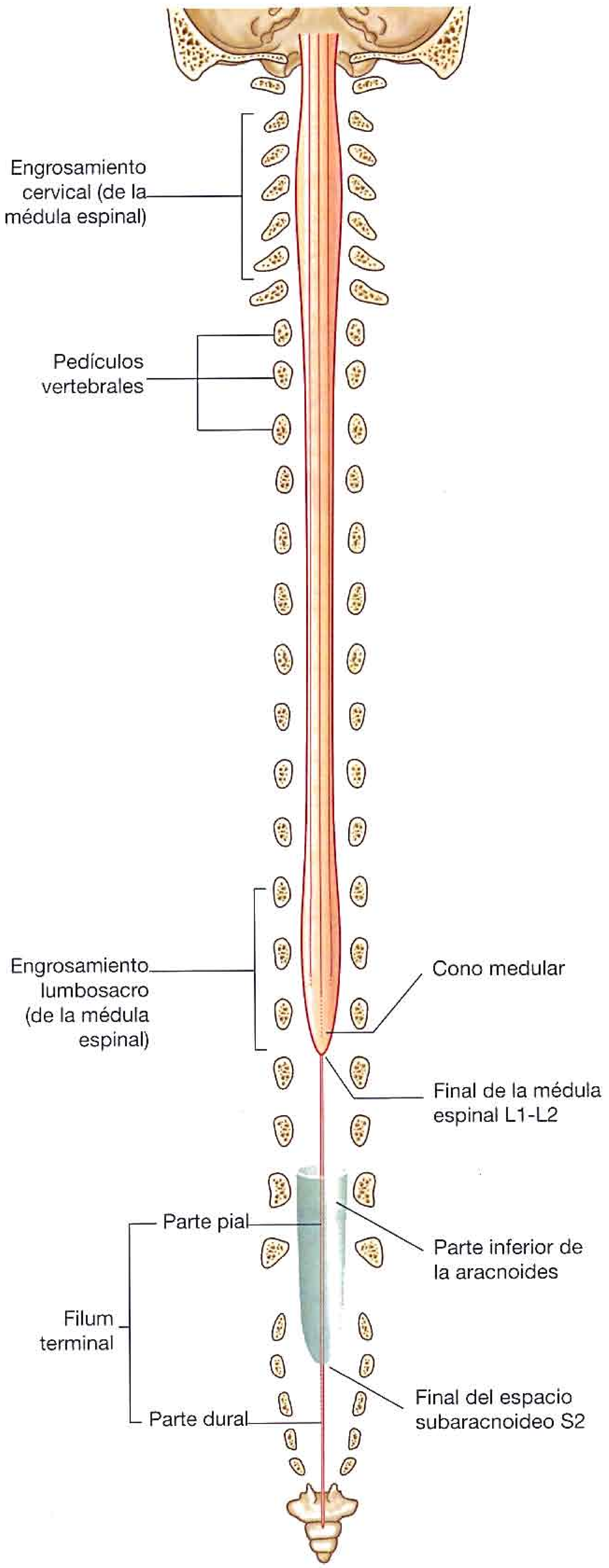


Fig. 2.52 Médula espinal.

tiene forma de cono. Un delgado filamento de tejido conjuntivo (la parte pial del **filum terminal**) se extiende inferiormente desde el vértice del cono medular.

La médula espinal no tiene un diámetro uniforme en toda su longitud. Presenta dos ensanchamientos principales en las regiones asociadas con el origen de los nervios espinales que inervan los miembros superiores e inferiores. Se produce una **intumescencia cervical** en la región asociada con los orígenes de los nervios espinales entre C5 y T1, que son los que inervan los miembros superiores. Hay una **intumescencia lumbosacra** en la región asociada con los orígenes de los nervios espinales entre L1 y S3, que inervan los miembros inferiores.

La superficie externa de la médula espinal está marcada por varias fisuras y surcos (fig. 2.53):

- La **fisura media anterior** se extiende a lo largo de la superficie anterior.
- El **surco medio posterior** se extiende a lo largo de la superficie posterior.
- El **surco posterolateral** en cada lado de la superficie posterior determina dónde las raicillas posteriores de los nervios espinales entran en la médula.

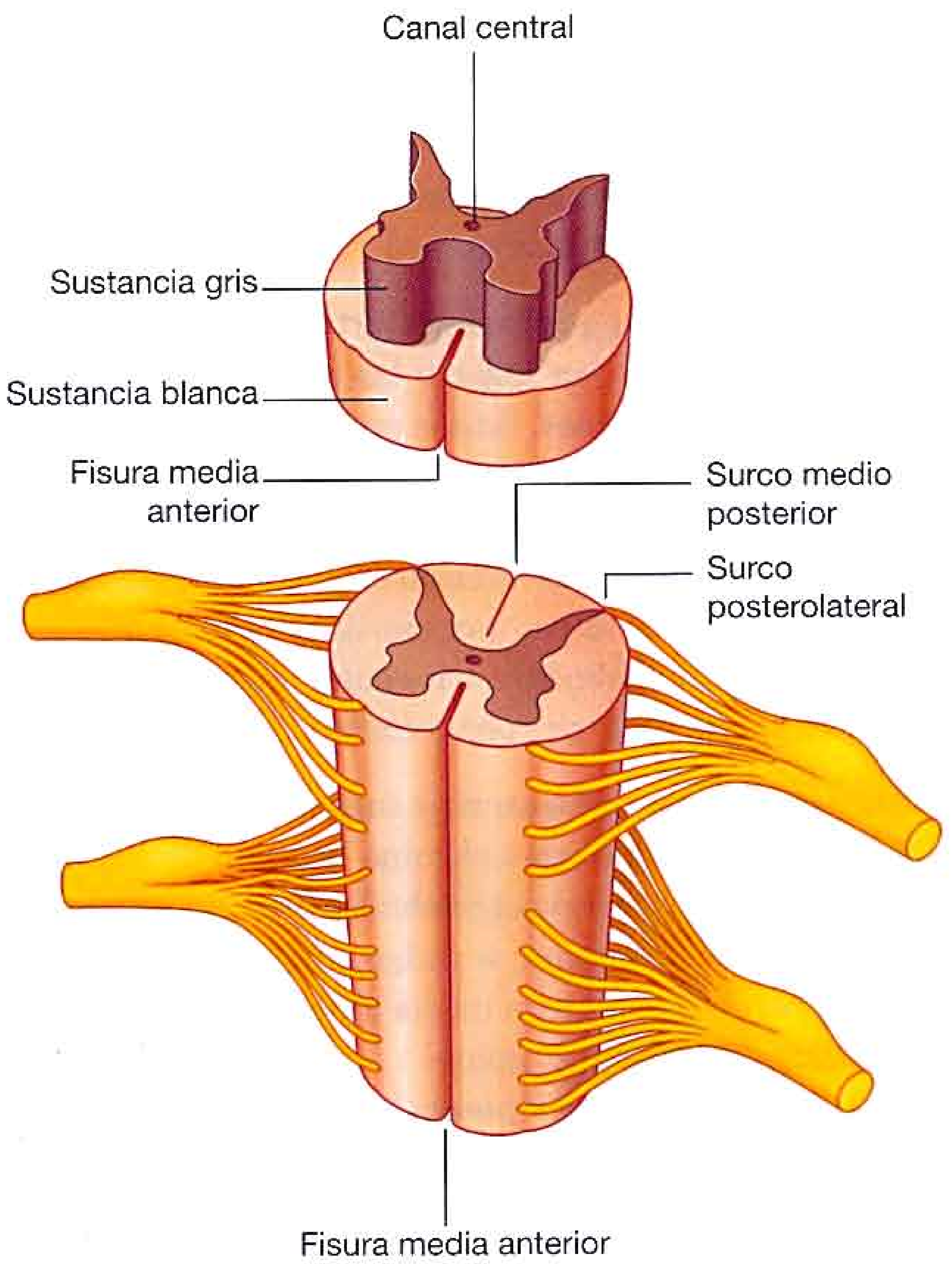


Fig. 2.53 Rasgos de la médula espinal.

Internamente, la médula tiene un pequeño canal central rodeado por sustancias gris y blanca:

- La sustancia gris es rica en cuerpos neuronales, que forman columnas longitudinales a lo largo de la médula y en sección transversal estas columnas tienen una apariencia característica en forma de H en la región central de la médula.
- La sustancia blanca rodea a la sustancia gris y es rica en procesos neuronales, los cuales forman haces grandes o tractos que ascienden y descienden por la médula hasta otros niveles medulares espinales o transportan información de, o hacia, el encéfalo.

Vascularización

Arterias

El aporte arterial para la médula espinal proviene de dos fuentes. Consiste en:

- Vasos orientados en sentido longitudinal, cuyo origen se sitúa por encima de la parte cervical de la médula espinal y que descienden por la superficie de la misma.
- Arterias nutricias que penetran en el canal vertebral a través de los agujeros intervertebrales de cada nivel: estos vasos nutricios, o **arterias espinales segmentarias,** se originan predominantemente a partir de las arterias vertebrales y cervicales profundas en el cuello, de las arterias intercostales posteriores en el tórax y de las arterias lumbares en el abdomen.

Tras entrar por los agujeros intervertebrales, las arterias espinales segmentarias dan lugar a las **arterias radiculares anteriores** y **posteriores.** Esto se produce en cada nivel vertebral. Las arterias radiculares siguen, y nutren, a las raíces anteriores y posteriores. En varios niveles vertebrales, las arterias espinales segmentarias también originan **arterias medulares segmentarias.** Estos vasos van directamente a los vasos orientados longitudinalmente, a los cuales refuerzan.

Los vasos longitudinales consisten en:

- Una **arteria espinal anterior única,** la cual se origina dentro de la cavidad craneal como la unión de dos vasos que nacen de las arterias vertebrales la arteria espinal anterior única resultante se dirige inferiormente, más o menos paralela a la fisura media anterior, a lo largo de la superficie de la médula espinal.
- Dos **arterias espinales posteriores,** que también se originan en la cavidad craneal, y que de forma habitual nacen directamente de una rama terminal de cada arteria vertebral (la arteria cerebelosa posteroinferior): las arterias espinales posteriores derecha e izquierda descienden a lo largo de la médula espinal, cada una como dos ramas que se sitúan a los lados del surco posterolateral y de la conexión de las raíces posteriores con la médula espinal.

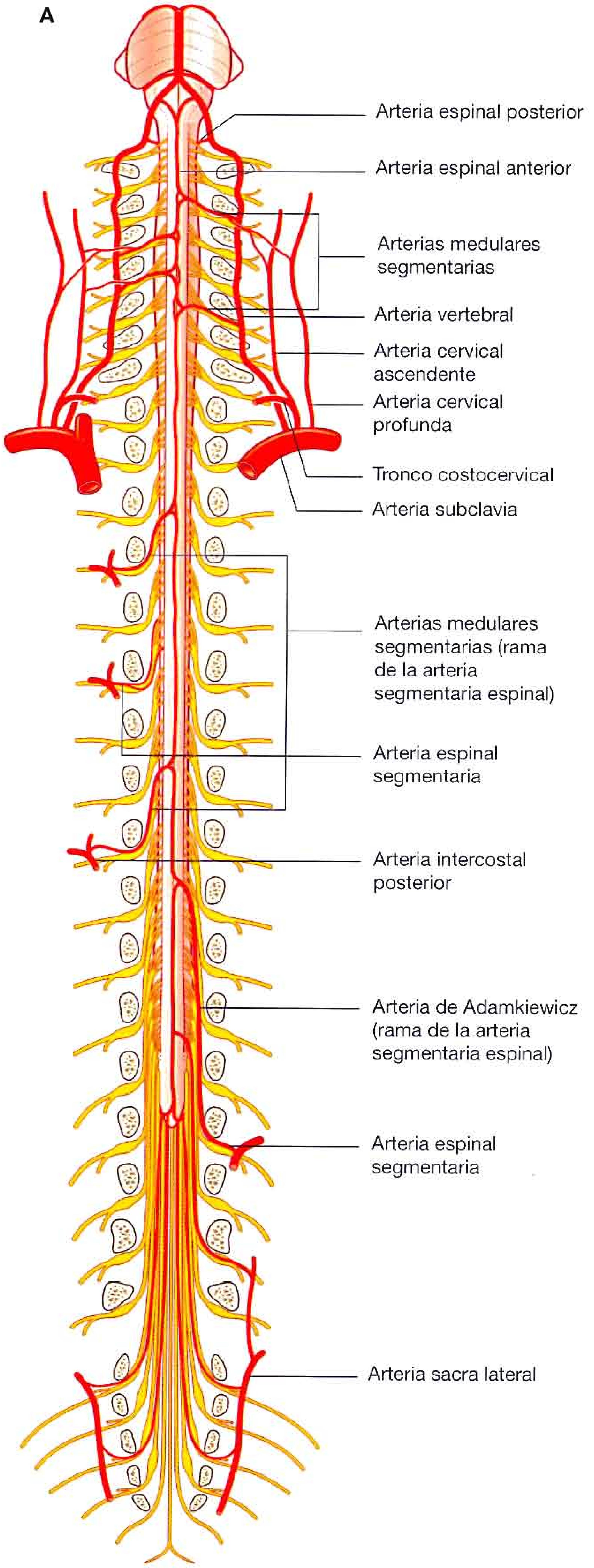


Fig. 2.54 Arterias que irrigan la médula espinal. **A.** Visión anterior (no se muestran todas las arterias espinales segmentarias).

suspendidos en el espacio subaracnoideo por bandas similares de material, las cuales se expanden sobre los vasos para formar una cobertura externa continua.

El espacio subaracnoideo se extiende inferiormente más lejos que la médula espinal. Ésta finaliza aproximadamente a la altura del disco intervertebral L1-L2, mientras que el espacio subaracnoideo se extiende hasta aproximadamente el borde inferior de la vértebra S2 (v. fig. 2.52). El espacio subaracnoideo es máximo en la región inferior al punto de terminación de la médula espinal, donde rodea a la cola de caballo. *Como consecuencia, es posible extraer LCR del espacio subaracnoideo en la región lumbar baja sin poner en riesgo la médula espinal.*

Piamadre

La piamadre espinal es una membrana vascular que se adhiere firmemente a la superficie de la médula espinal (fig. 2.56). Se extiende al interior de la fisura media anterior y se refleja como manguitos cobertores sobre las raicillas posteriores y anteriores y sobre las raíces a medida que atraviesan el espacio subaracnoideo. A medida que las raíces abandonan este espacio, los manguitos se reflejan sobre la aracnoides.

A cada lado de la médula espinal, una lámina de piamadre orientada longitudinalmente (el **ligamento dentado**) se extiende lateralmente desde la médula hacia la aracnoides y la duramadre (fig. 2.56):

- Medialmente, cada ligamento dentado está unido a la médula espinal en un plano que se sitúa entre los orígenes de las raicillas posteriores y anteriores.
- Lateralmente, cada ligamento dentado da lugar a una serie de extensiones triangulares a lo largo de su borde libre, con el vértice de cada extensión anclado a través de la aracnoides en la duramadre.

Los ligamentos dentados generalmente aparecen entre los puntos de salida de las raicillas posteriores y anteriores adyacentes y sitúan a la médula espinal en el centro del espacio subaracnoideo.

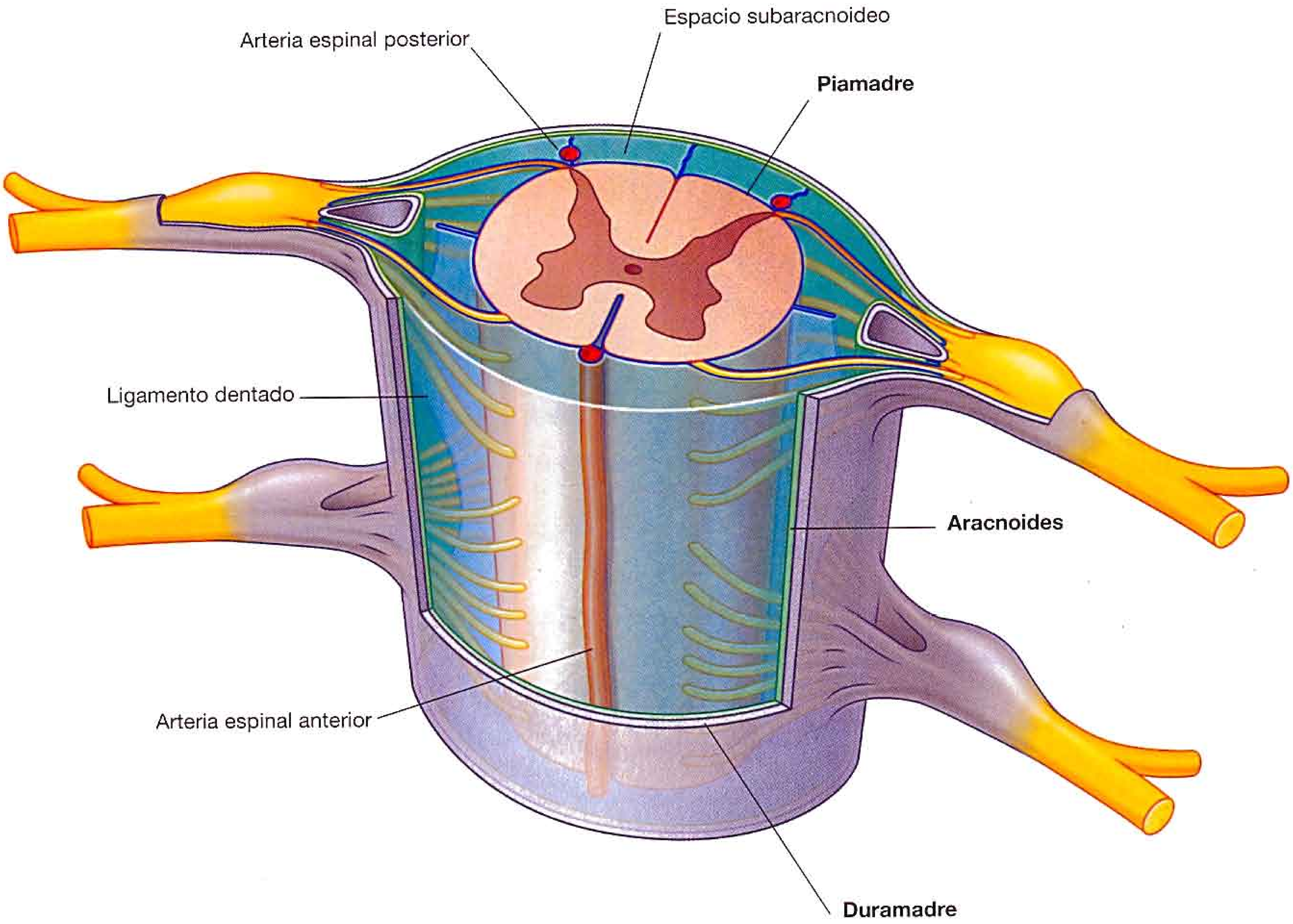


Fig. 2.56 Meninges.

Disposición de las estructuras en el canal vertebral

El canal vertebral está limitado por:

- Anteriormente por los cuerpos de las vértebras, los discos intervertebrales y el ligamento longitudinal posterior (fig. 2.57).
- Lateralmente, a cada lado, por los pedículos y los agujeros intervertebrales.
- Posteriormente por las láminas y los ligamentos amarillos, y en el plano medio por las raíces de los ligamentos interespinosos y por las apófisis espinosas vertebrales.

Entre las paredes del canal vertebral y el saco dural se encuentra el espacio extradural que contiene un plexo vertebral de venas rodeadas de tejido conjuntivo graso.

Las apófisis espinosas vertebrales son palpables a través de la piel en la línea media en las regiones torácica y lumbar de la región dorsal del tronco. Entre la piel y las apófisis espinosas se halla la fascia superficial. En la región lumbar, las apófisis espinosas adyacentes y las láminas asociadas a cada lado de la línea media no se superponen, dando lugar a intervalos entre los arcos vertebrales adyacentes.

Cuando se lleva a cabo una punción lumbar (punción espinal), la aguja pasa entre las apófisis espinosas vertebrales adyacentes, atraviesa los ligamentos supraespinoso e interespinoso, y penetra en el espacio extradural. La aguja continúa a través de la duramadre y la aracnoides y entra en el espacio subaracnoideo que contiene el LCR.

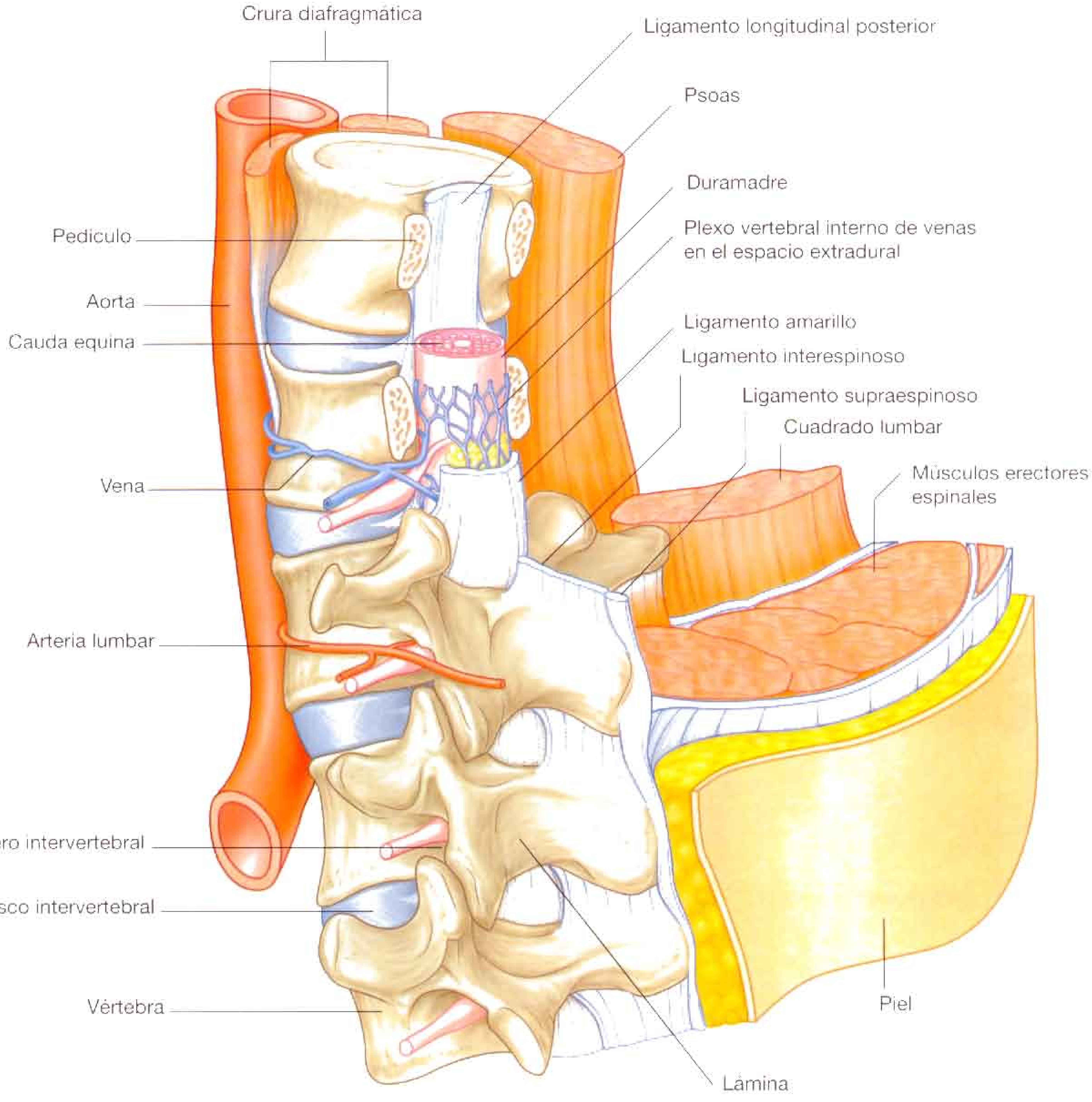


Fig. 2.57 Disposición de las estructuras en el canal raquídeo y en la región dorsal del tronco.

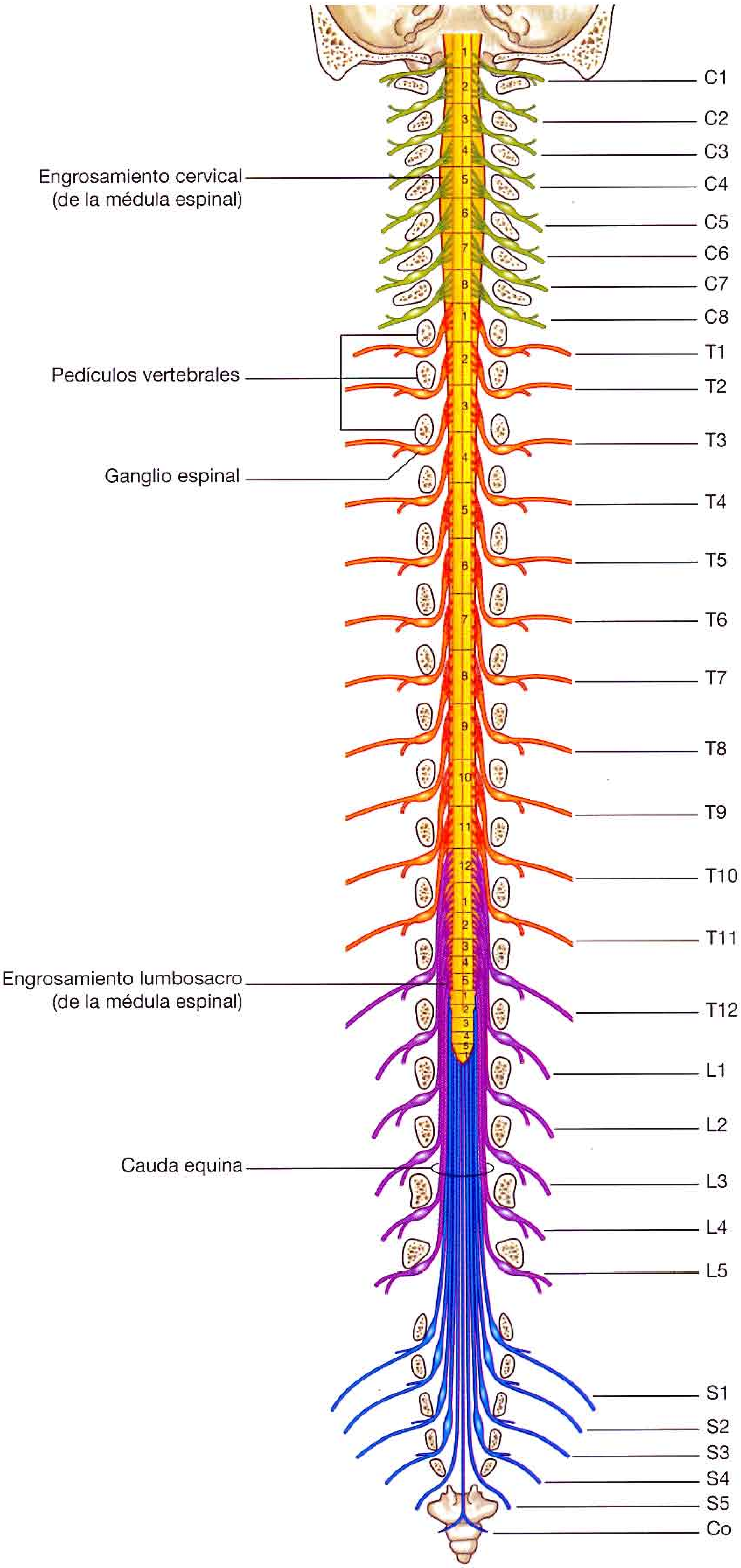


Fig. 2.59 Recorrido de los nervios espinales dentro del canal vertebral.

El primer nervio cervical (C1) sale del canal cerebral entre el cráneo y la vértebra C1 (fig. 2.60). Por tanto, los nervios cervicales entre C2 y C7 también salen del canal raquídeo por encima de sus respectivas vértebras. Como sólo hay siete vértebras cervicales, C8 sale entre las vértebras C7 y T1. Como consecuencia, todos los nervios raquídeos restantes, comenzando por T1, salen del canal raquídeo por debajo de sus vértebras respectivas.

SUBDIVISIONES FUNCIONALES DEL SNC

Funcionalmente, el sistema nervioso puede dividirse en partes somática y visceral:

- La **parte somática** («soma» es el término griego para cuerpo) inerva las estructuras (piel y la mayoría del músculo esquelético) derivadas de los somitas y está principalmente implicada con la recepción y respuesta a la información del ambiente externo.
- La **parte visceral** («viscera» es el término griego para intestinos) inerva los sistemas orgánicos del cuerpo y otros elementos viscerales, tales como el músculo liso y las glándulas, en las regiones periféricas del cuerpo: está implicada principalmente en la detección y respuesta a la información del medio interno.

Parte somática del sistema nervioso

La parte somática del sistema nervioso consta de:

- Nervios que transportan la sensibilidad consciente desde regiones periféricas de vuelta al SNC.
- Nervios que inervan los músculos voluntarios.

Los nervios somáticos surgen segmentariamente a lo largo del SNC en desarrollo en asociación con los **somitas**, los cuales están también dispuestos segmentariamente a lo largo de cada lado del tubo neural (fig. 2.61). Parte de cada somita (el **dermomiotoma**) da origen al músculo esquelético y a la dermis de la piel. A medida que las células del dermomiotoma se diferencian, migran hacia las áreas posterior (dorsal) y anterior (ventral) del cuerpo en desarrollo:

- Las células que migran anteriormente originan los músculos de los miembros y el tronco **(músculos hipaxiales)** y la dermis asociada.

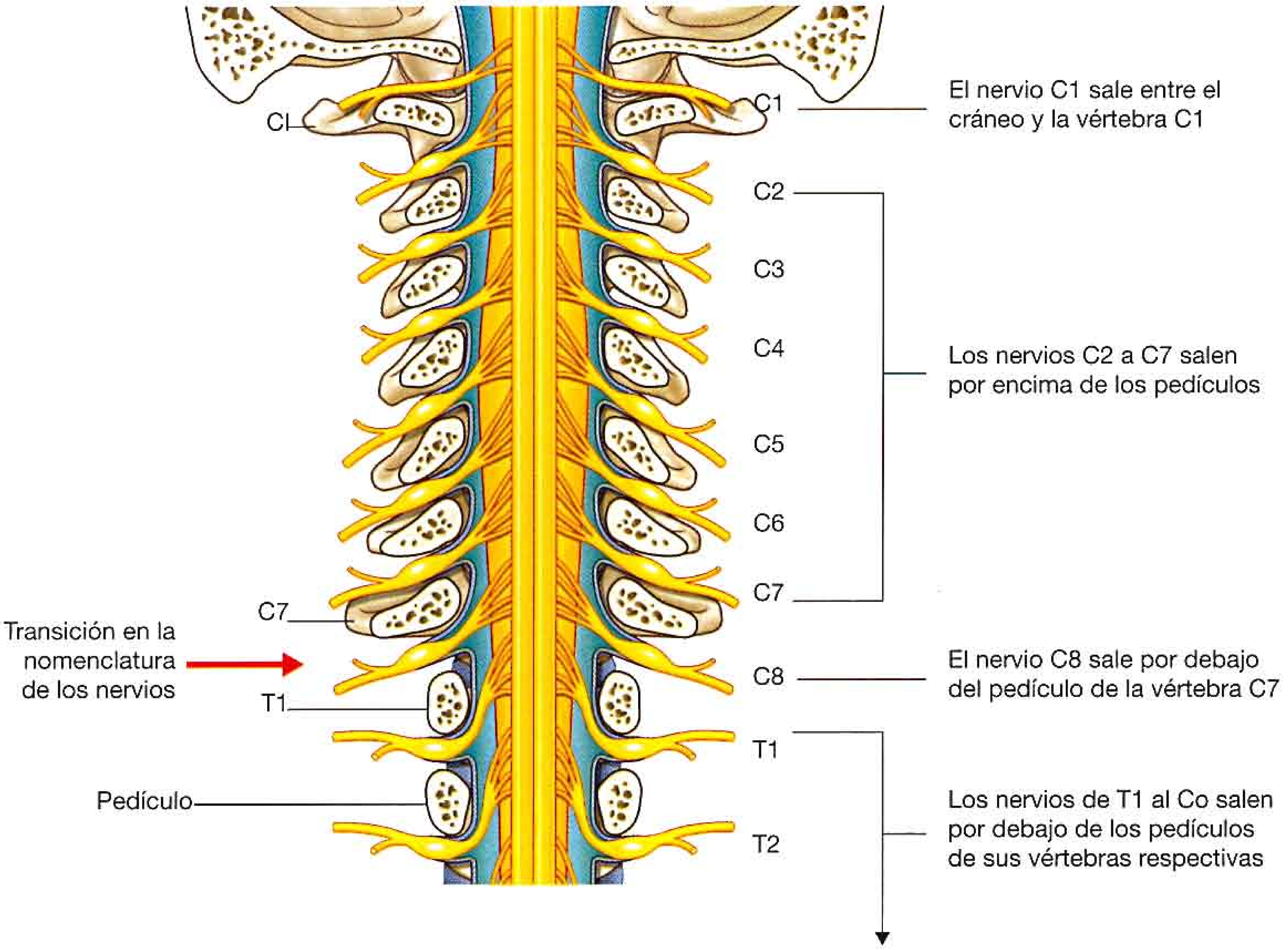


Fig. 2.60 Nomenclatura de los nervios espinales.

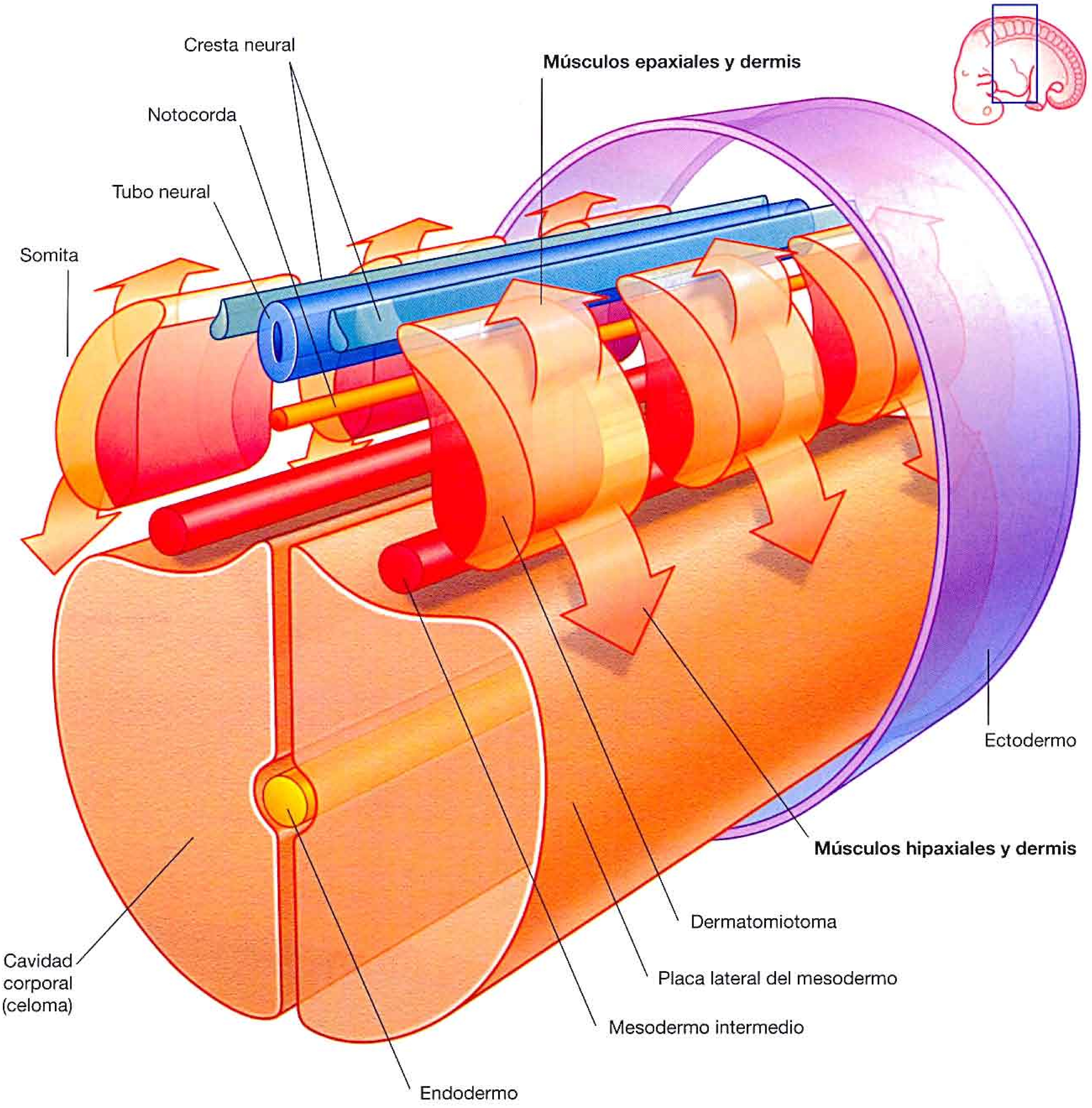


Fig. 2.61 Diferenciación de los somitas en el embrión «tubular».

- Las células que migran posteriormente dan origen a los músculos intrínsecos de la región dorsal del tronco **(músculos epaxiales)** y a la dermis asociada.

Las células nerviosas en desarrollo dentro de las regiones anteriores del tubo neural extienden sus prolongaciones periféricamente a las regiones posterior y anterior del dermomiotoma de cada somita en diferenciación (fig. 2.62).

Simultáneamente, los derivados de las células de la cresta neural (células derivadas de los pliegues neurales durante la formación del tubo neural) se diferencian en neuronas a cada lado del tubo neural y extienden sus prolongaciones tanto medial como lateralmente (fig. 2.63):

- Los procesos mediales entran en la parte posterior del tubo neural.
- Los procesos laterales penetran en las regiones en diferenciación del dermomiotoma adyacente.

Las neuronas que se desarrollan a partir de neuronas dentro de la médula espinal son **motoneuronas** y aquellas que se desarrollan a partir de células de la cresta neural son **neuronas sensitivas.**

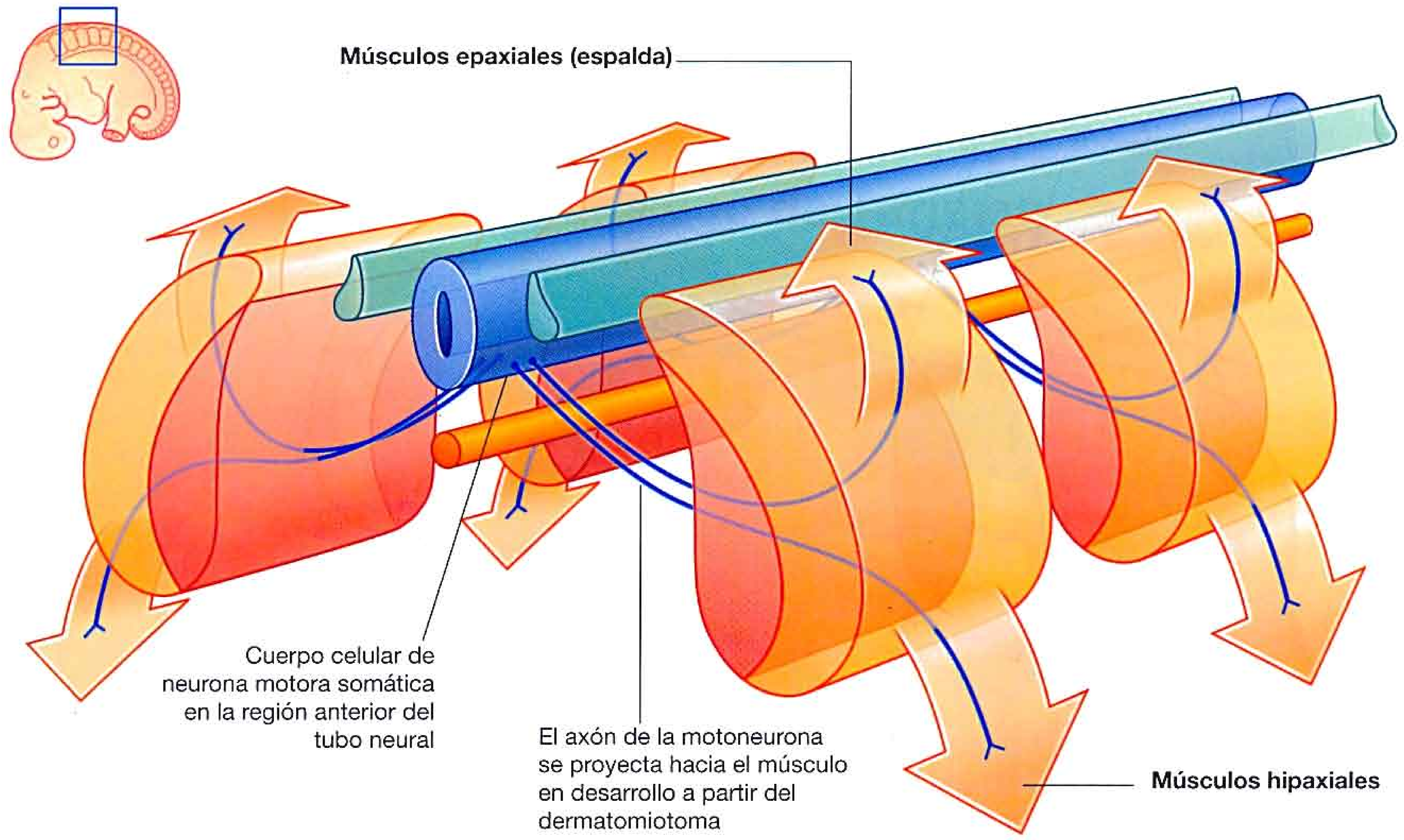


Fig. 2.62 Neuronas motoras somáticas.

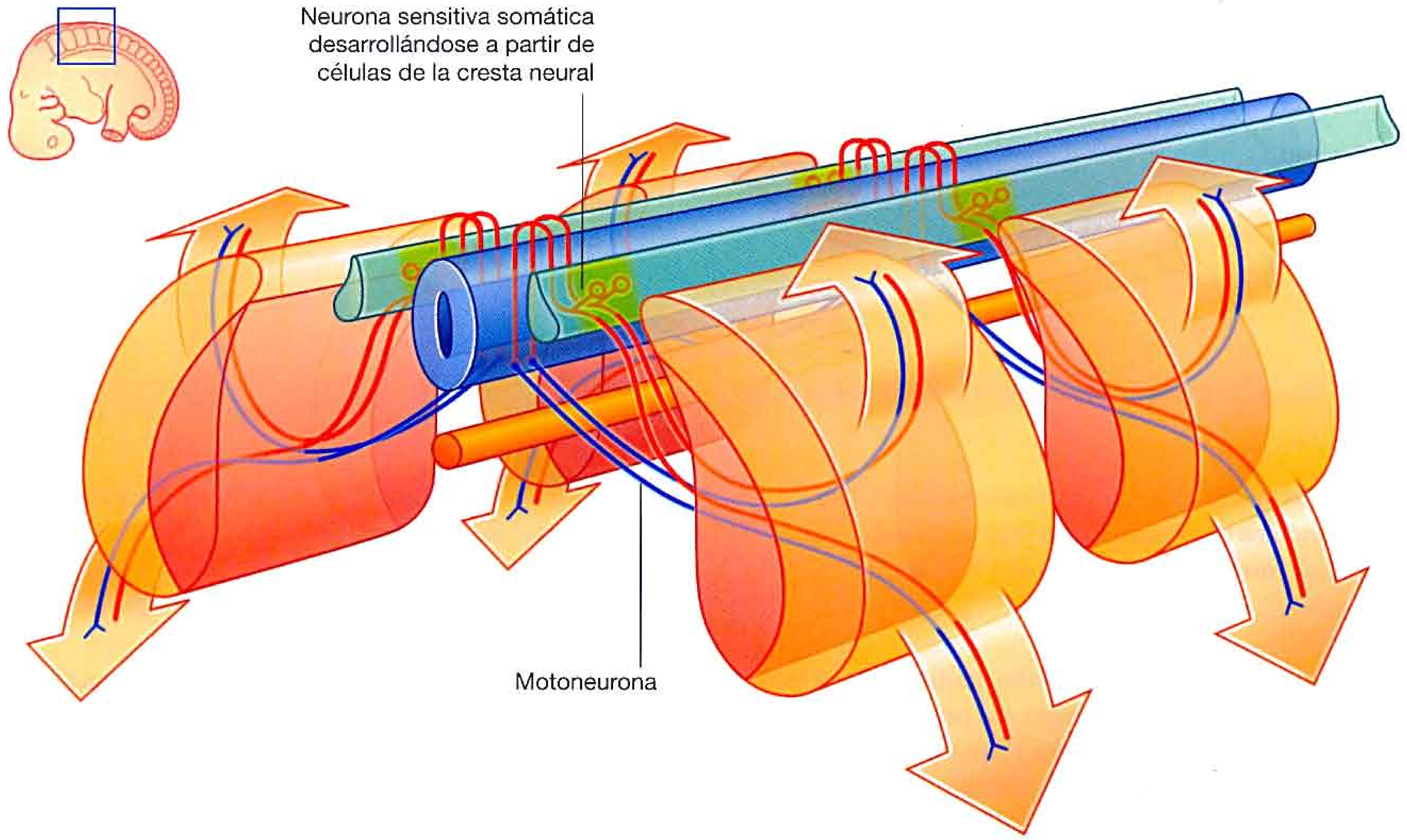


Fig. 2.63 Neuronas sensitivas somáticas. Las líneas azules indican los nervios motores y las líneas rojas indican nervios sensitivos.

Las fibras sensitivas somáticas y motoras somáticas que se encuentran organizadas segmentariamente a lo largo del tubo neural se convierten en partes de todos los nervios espinales y de algunos nervios craneales.

Las familias de cuerpos celulares de los nervios sensitivos derivados de células de la cresta neural y localizados fuera del SNC forman los ganglios sensitivos.

Generalmente, toda la información sensitiva viaja a través de la parte posterior de la médula espinal, y todas las fibras motoras salen anteriormente.

Las **neuronas sensitivas somáticas** trasladan información de la periferia al SNC y también son denominadas **aferentes sensitivas somáticas** o **aferentes somáticas generales (ASG).** Las modalidades transportadas por esto nervios incluyen temperatura, dolor, tacto y propiocepción. *La propiocepción es el sentido de determinar la posición y el movimiento del sistema musculoesquelético detectado por receptores especiales situados en músculos y tendones.*

Las **fibras motoras somáticas** transportan información desde el SNC a los músculos esqueléticos y también son denominadas **eferentes motoras somáticas** o **eferentes somáticas generales (ESG).** Como las fibras sensitivas somáticas que vienen de la periferia, las fibras somáticas motoras pueden ser muy largas. Se extienden desde los cuerpos celulares en la médula espinal hasta las células musculares a las que inervan.

Dermatomas

Como las células de un somita determinado se desarrollan hacia la dermis de la piel en una localización concreta, las fibras sensitivas somáticas asociadas originalmente con ese somita entran en la región posterior de la médula espinal a un nivel determinado y se convierten en parte de un nervio espinal determinado (fig. 2.64). Cada nervio espinal lleva, por tanto, información sensitiva somática de un área específica de la piel en la superficie del cuerpo. Un **dermatoma** es aque-

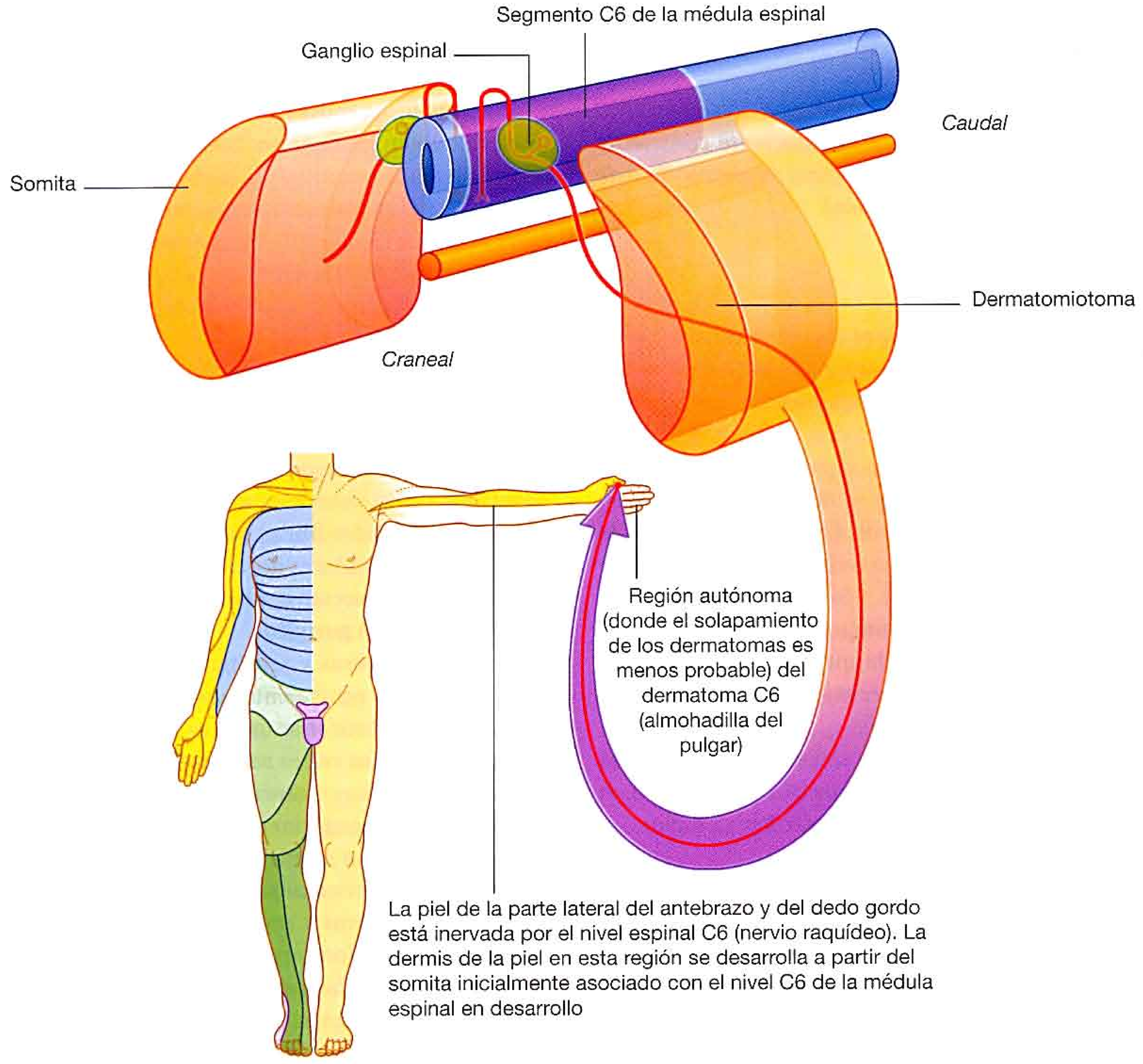


Fig. 2.64 Dermatomas.

lla área de la piel dependiente de un nivel único de la médula espinal, o, en un lado, de un único nervio raquídeo.

Existe superposición en la distribución de los dermatomas, pero habitualmente una determinada región dentro de cada dermatoma puede identificarse como el área dependiente de un nivel medular espinal único. *Se puede utilizar una prueba táctil es estas zonas autónomas en un paciente consciente para localizar lesiones de un nervio espinal determinado o de un nivel concreto de la médula espinal.*

Conceptos prácticos

Herpes zóster

El herpes zóster es el virus que produce la varicela en los niños. En algunos pacientes el virus permanece latente en las células de los ganglios espinales. Bajo determinadas circunstancias, el virus se activa y viaja a lo largo de los haces nerviosos hacia las áreas dependientes de ese nervio (el dermatoma). Aparece una erupción cutánea, que es característicamente muy dolorosa. De forma importante, esta típica distribución dermatómica es característica de este trastorno.

Miotomas

Los nervios motores somáticos que se encontraban originariamente asociados con un somita determinado salen de la región anterior de la médula espinal y, conjuntamente con los nervios sensitivos del mismo nivel, se convierten en parte de un nervio raquídeo. Por tanto, cada nervio espinal lleva fibras motoras somáticas a los músculos que se desarrollaron originalmente a partir del somita relacionado. Un **miotoma** es aquella porción de músculo esquelético inervado por un nivel medular espinal único o, en un lado, por un solo nervio espinal.

Los miotomas son generalmente más difíciles de valorar que los dermatomas, porque cada músculo esquelético del cuerpo suele estar inervado por nervios derivados de más de un nivel medular espinal (fig. 2.65).

El análisis de los movimientos en articulaciones sucesivas puede ayudar a localizar lesiones en nervios específicos o en un nivel de la médula espinal determinado. Por ejemplo:

- Los músculos que mueven la articulación del hombro están inervados principalmente por nervios raquídeos de los niveles medulares espinales C5 y C6.
- Los músculos que mueven el codo están inervados principalmente por nervios espinales de los niveles medulares C6 y C7.
- Los músculos de la mano están inervados principalmente por nervios raquídeos de los niveles medulares C8 y T1.

Parte visceral del sistema nervioso

La parte visceral del sistema nervioso, como en la parte somática, consta de componentes motor y sensitivo:

- Los nervios sensitivos reflejan los cambios en las vísceras.
- Los nervios motores inervan principalmente el músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas.

Al componente motor visceral se le conoce habitualmente como la **división autónoma del SNP** y está subdividido en las partes **simpática** y **parasimpática.**

Como la parte somática del sistema nervioso, la parte visceral está organizada segmentariamente y se desarrolla de forma paralela (fig. 2.66).

Las **neuronas sensitivas viscerales** que se originan en las células de la cresta neural envían prolongaciones medialmente hacia el tubo neural adyacente y lateralmente a regiones asociadas con el cuerpo en desarrollo. Estas neuronas sensitivas y sus procesos, conocidos como **fibras aferentes viscerales generales (AVG),** están relacionadas fundamentalmente con la quimiorrecepción, la mecanorrecepción y los receptores del estiramiento.

Las **neuronas motoras viscerales** que se forman a partir de células en las regiones laterales del tubo neural envían prolongaciones externas a la parte anterior del tubo. A diferencia de la parte somática, estos procesos, que contienen **fibras eferentes viscerales generales (EVG),** sinapsan con otras células, habitualmente otras motoneuronas viscerales, las cuales se desarrollan fuera del SNC a partir de células de la cresta neural.

Las neuronas motoras viscerales localizadas en la médula espinal se conocen como neuronas motoras preganglionares y sus axones son denominados **fibras preganglionares;** las neuronas motoras viscerales localizadas fuera del SNC son conocidas como neuronas motoras posganglionares y sus axones son llamados **fibras posganglionares.**

Los cuerpos celulares de las neuronas motoras viscerales fuera del SNC se asocian a menudo entre sí en una masa concreta denominada **ganglio.**

Las fibras motoras y sensitivas viscerales entran y salen del SNC con sus equivalentes somáticos. Las fibras preganglionares de las neuronas motoras viscerales salen de la médula espinal en las raíces anteriores, conjuntamente con fibras de las neuronas motoras somáticas.

Las fibras posganglionares que viajan a elementos viscerales en la periferia se encuentran en los ramos posterior y anterior de los nervios raquídeos.

Las fibras motoras y sensitivas viscerales que viajan a, o desde, las vísceras forman las llamadas ramas viscerales que están separadas de las ramas somáticas. Estos nervios generalmente forman plexos a partir de los cuales surgen ramas hacia las vísceras.

Las fibras motoras y sensitivas viscerales no entran y salen del SNC en todos los niveles (fig. 2.67):

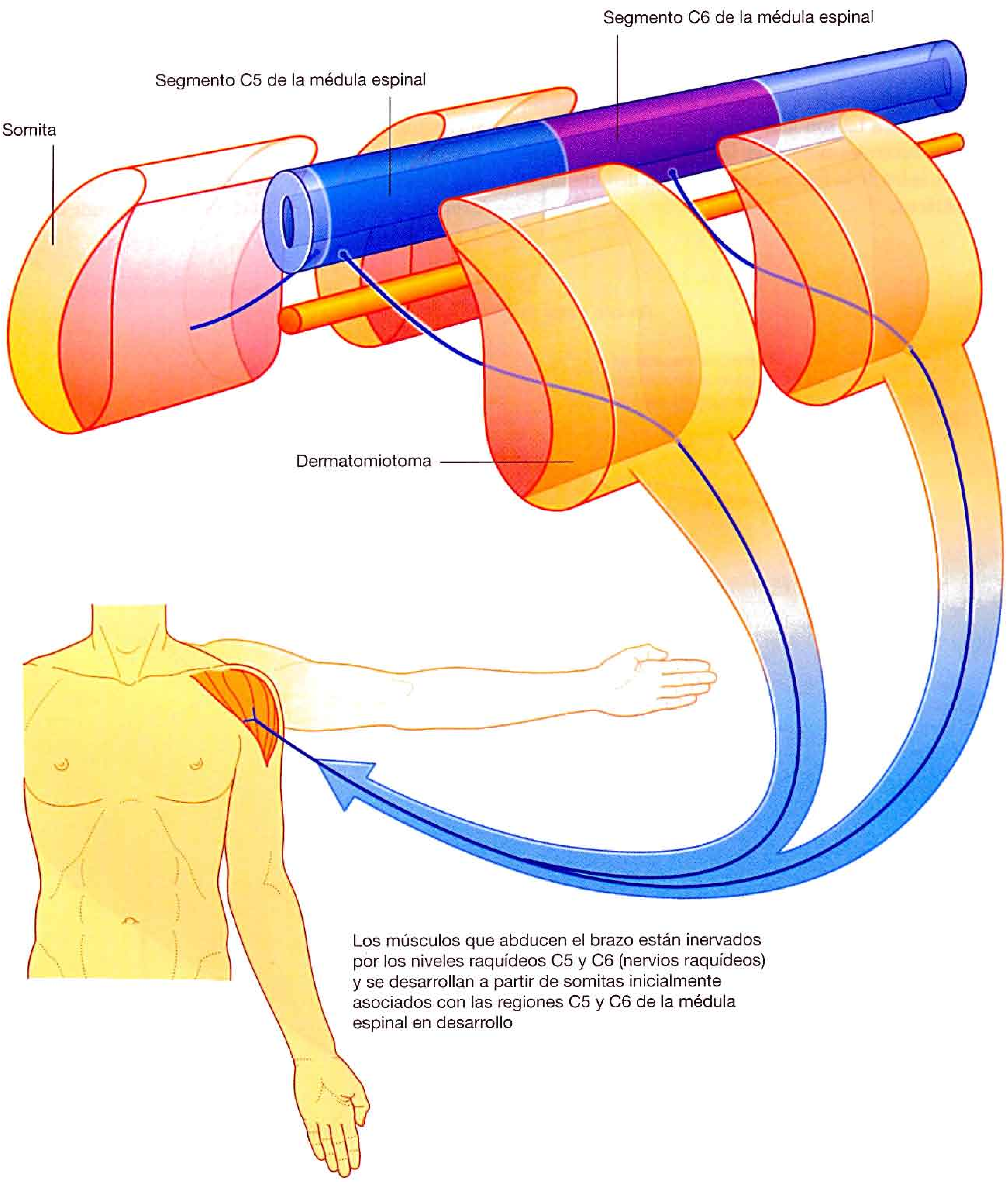


Fig. 2.65 Miotomas.

- En la región craneal hay componentes viscerales asociados con cuatro de los doce nervios craneales (NC III, VII, IX y X).
- En la médula espinal, los componentes viscerales se asocian principalmente con los niveles medulares espinales T1 a L2 y S2 a S4.

Los componentes motores viscerales asociados con los niveles espinales T1 a L2 son llamados **simpáticos**. Aquellos componentes viscerales motores en las regiones craneal y sacra, a ambos lados de la región simpática, son denominados **parasimpáticos**:

- El sistema simpático inerva estructuras en las regiones periféricas del cuerpo y de las vísceras.
- El sistema parasimpático está más restringido a la inervación únicamente de las vísceras.

Sistema simpático

La parte simpática de la división autónoma del SNP abandona las regiones toracolumbares de la médula espinal con los componentes somáticos de los nervios espinales T1 a L2 (fig. 2.68). A cada lado, un tronco simpático paravertebral se extiende desde la base del cráneo hasta el límite inferior de la

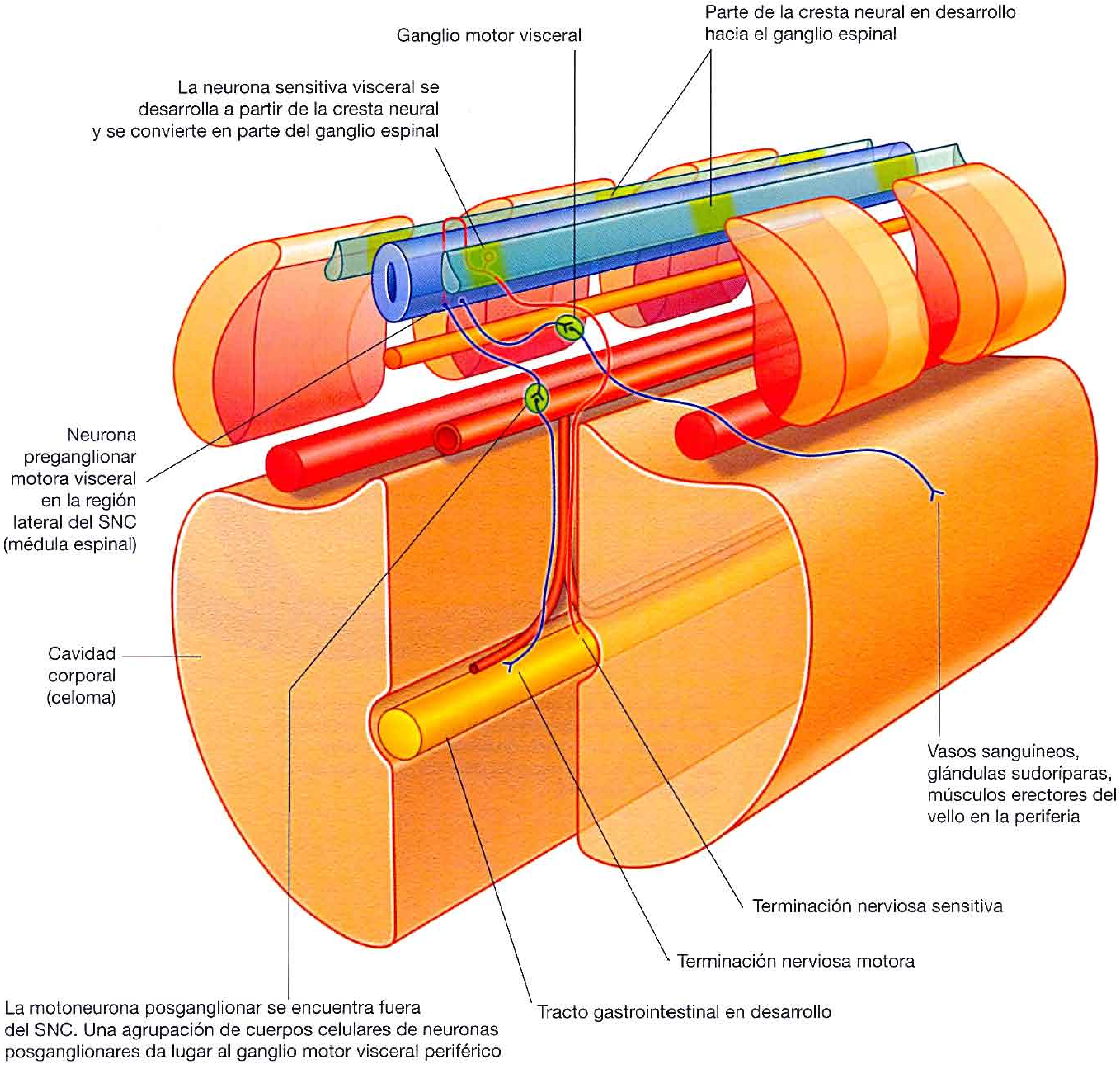


Fig. 2.66 Desarrollo de la parte visceral del sistema nervioso.

columna vertebral, donde los dos troncos convergen anteriormente al cóccix en el ganglio impar. Cada tronco está unido a los ramos anteriores de los nervios espinales y se convierte en la ruta a través de la cual el simpático se distribuye a la periferia y a todas las vísceras.

Las fibras preganglionares motoras viscerales abandonan la parte de la médula espinal entre T1 y L2 en las raíces anteriores. Las fibras entran entonces en los nervios espinales, pasan a través de los ramos anteriores y van a los troncos simpáticos. Cada tronco está localizado a cada lado de la columna vertebral (paravertebral) y situado anterior a los ramos anteriores. A lo largo del tronco se encuentra una serie de ganglios dispuestos segmentariamente formados a partir de colecciones de cuerpos de neuronas posganglionares, donde las neuronas preganglionares sinapsan con las neuronas posganglionares. Cada ramo anterior está conectado con el tronco simpático, o con un ganglio, por un ramo comunicante blanco, el cual lleva fibras simpáticas preganglionares y tiene aspecto blanco porque las fibras que contiene están cubiertas por mielina.

Las fibras simpáticas preganglionares que entran en el ganglio paravertebral o en el tronco simpático a través del ramo comunicante blanco pueden proporcionar lo siguiente:

Inervación simpática periférica a nivel del origen de la fibra preganglionar

Las fibras simpáticas preganglionares pueden hacer sinapsis con neuronas motoras posganglionares en los ganglios asociados con el tronco simpático, tras lo cual las fibras posganglionares entran en el mismo ramo anterior y son distribuidas con ramas periféricas de los ramos posterior y anterior de ese nervio raquídeo (fig. 2.69). Las fibras inervan estructuras en la periferia del cuerpo en las regiones dependientes del nervio espinal. El **ramo comunicante gris** conecta el tronco simpático o un ganglio con el ramo anterior y contiene las fibras simpáticas posganglionares. Su apariencia es gris porque las fibras posganglionares no están mielinizadas. El ramo comunicante gris está situado medial al ramo comunicante blanco.

Inervación simpática periférica por encima o debajo del nivel de origen de la fibra preganglionar

Las fibras simpáticas preganglionares pueden ascender o descender a otros niveles vertebrales donde hacen sinapsis en ganglios asociados con nervios espinales que pueden o no recibir información motora visceral directamente de la médula

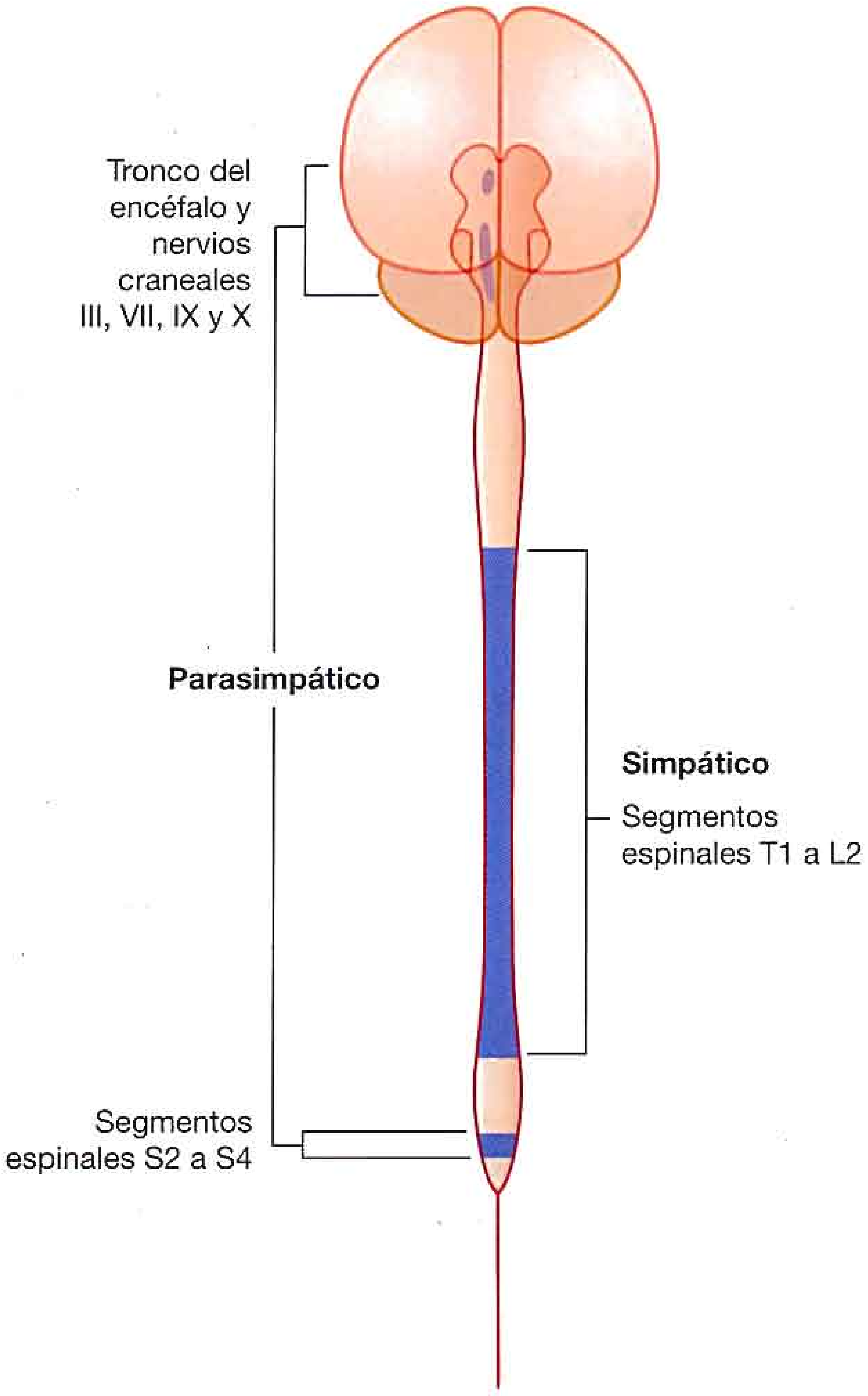


Fig. 2.67 Partes del SNC asociadas con componentes motores viscerales.

espinal (p. ej., aquellos nervios diferentes a los de T1 a L2) (fig. 2.70).

Las fibras posganglionares abandonan los ganglios distantes a través de los ramos comunicantes grises y se distribuyen a lo largo de los ramos posterior y anterior de los nervios espinales.

Las fibras ascendentes y descendentes, conjuntamente con todos los ganglios, forman el **tronco simpático paravertebral**, el cual se extiende a lo largo de toda la longitud de la columna vertebral. La formación de este tronco, a cada lado, permite que las fibras motoras viscerales de la parte simpática de la división autónoma del SNP, que salen finalmente sólo de una pequeña región de la médula espinal (T1 a L2), sean distribuidas a regiones periféricas inervadas por todos los nervios espinales.

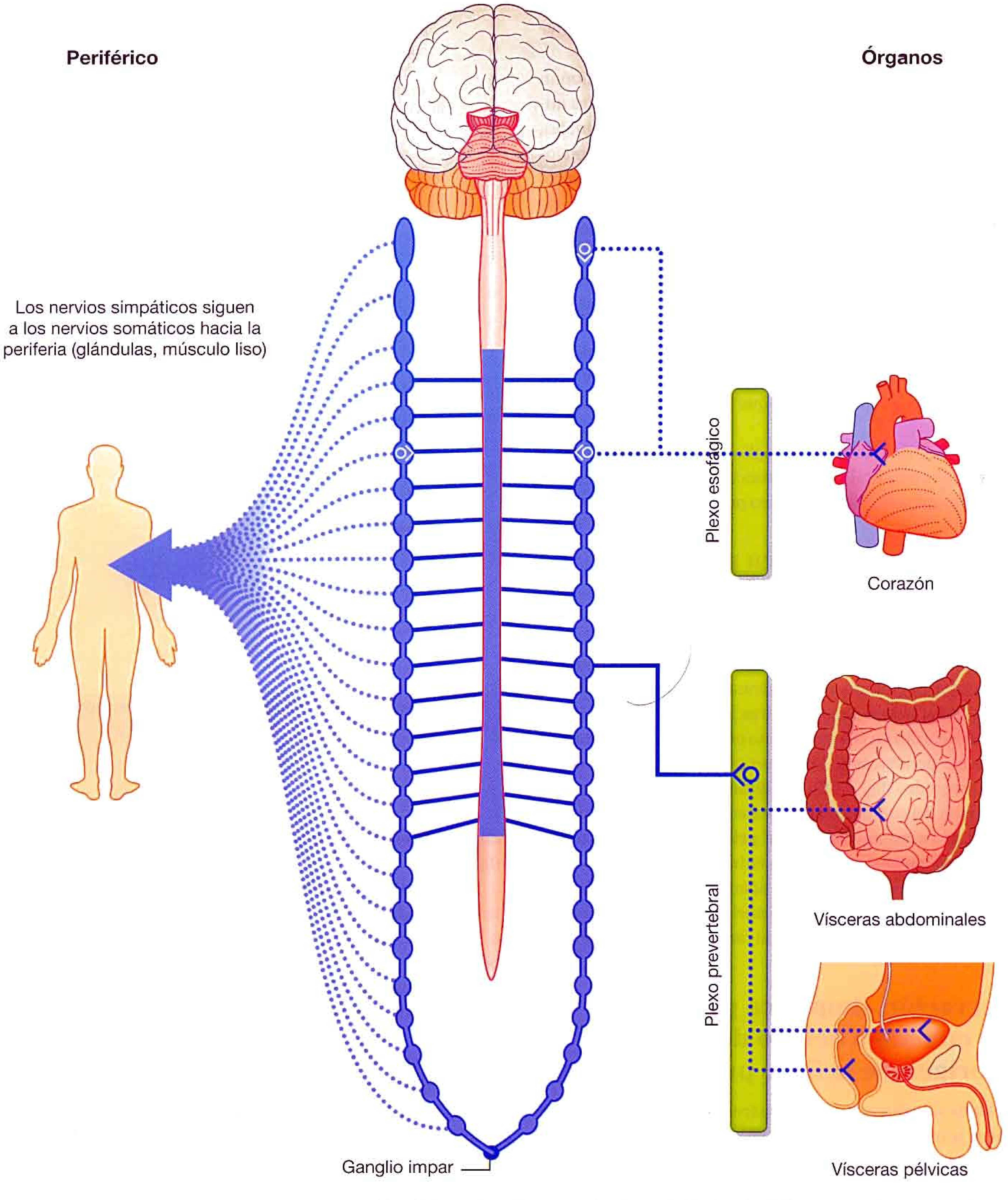


Fig. 2.68 Parte simpática de la división autónoma del SNP.

Los ramos comunicantes blancos sólo aparecen en asociación con los nervios espinales entre T1 y L2, mientras que los ramos comunicantes grises están asociados con todos los nervios espinales.

Las fibras de los niveles medulares espinales T1 a T5 discurren predominantemente en sentido superior, mientras que las fibras de T5 a L2 lo hacen inferiormente. Todo el simpático dirigido a la cabeza tiene fibras preganglionares que salen del nivel medular espinal T1 y ascienden en troncos simpáticos hasta el ganglio más alto del cuello (el **ganglio cervical superior**), donde hacen sinapsis. Las fibras posganglionares viajan entonces a lo largo de los vasos sanguíneos a tejidos diana en la cabeza, incluyendo vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas, pequeños músculos lisos asociados con los párpados superiores y el dilatador de la pupila.

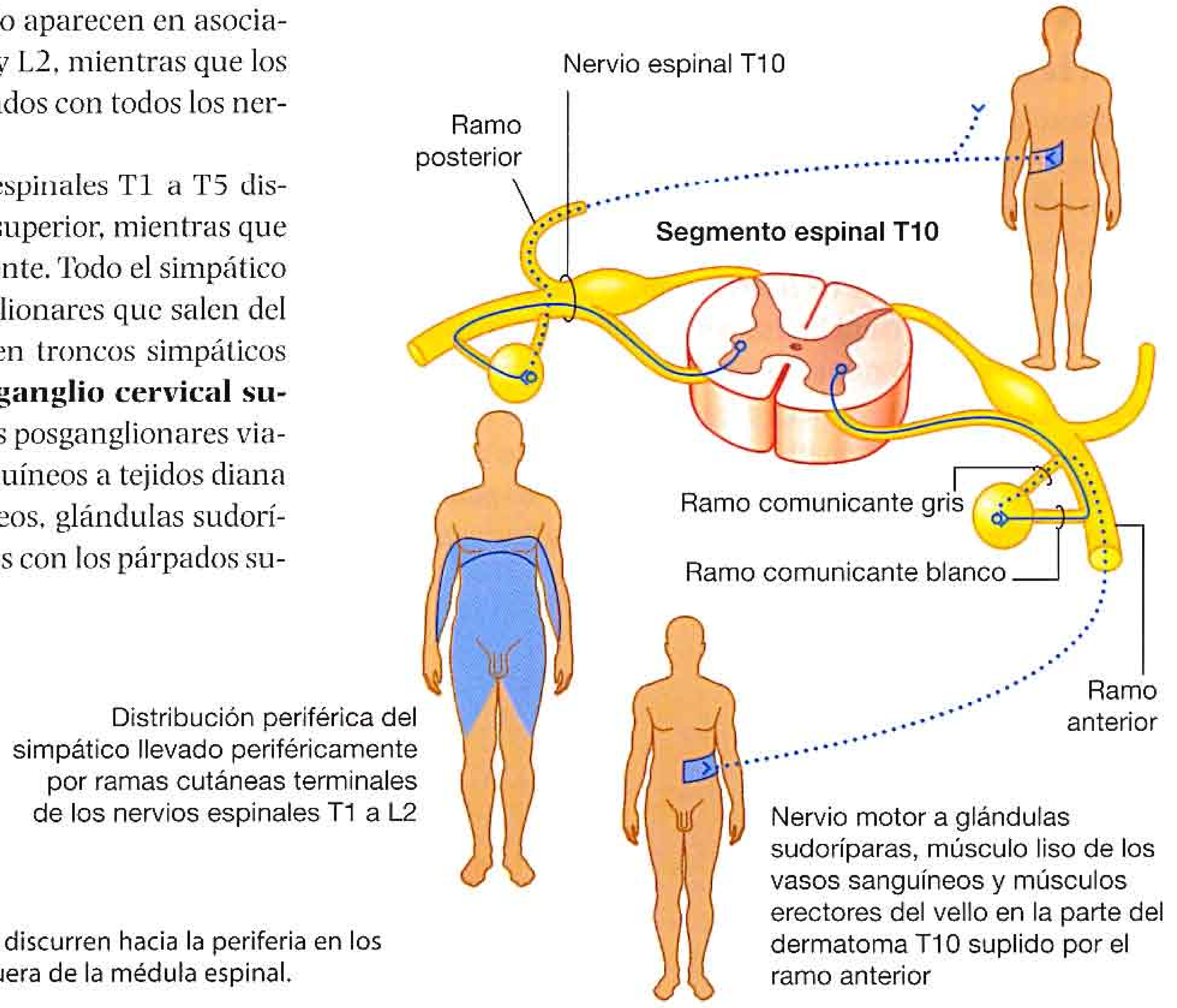


Fig. 2.69 Curso de las fibras simpáticas que discurren hacia la periferia en los mismos nervios espinales en los que salen fuera de la médula espinal.

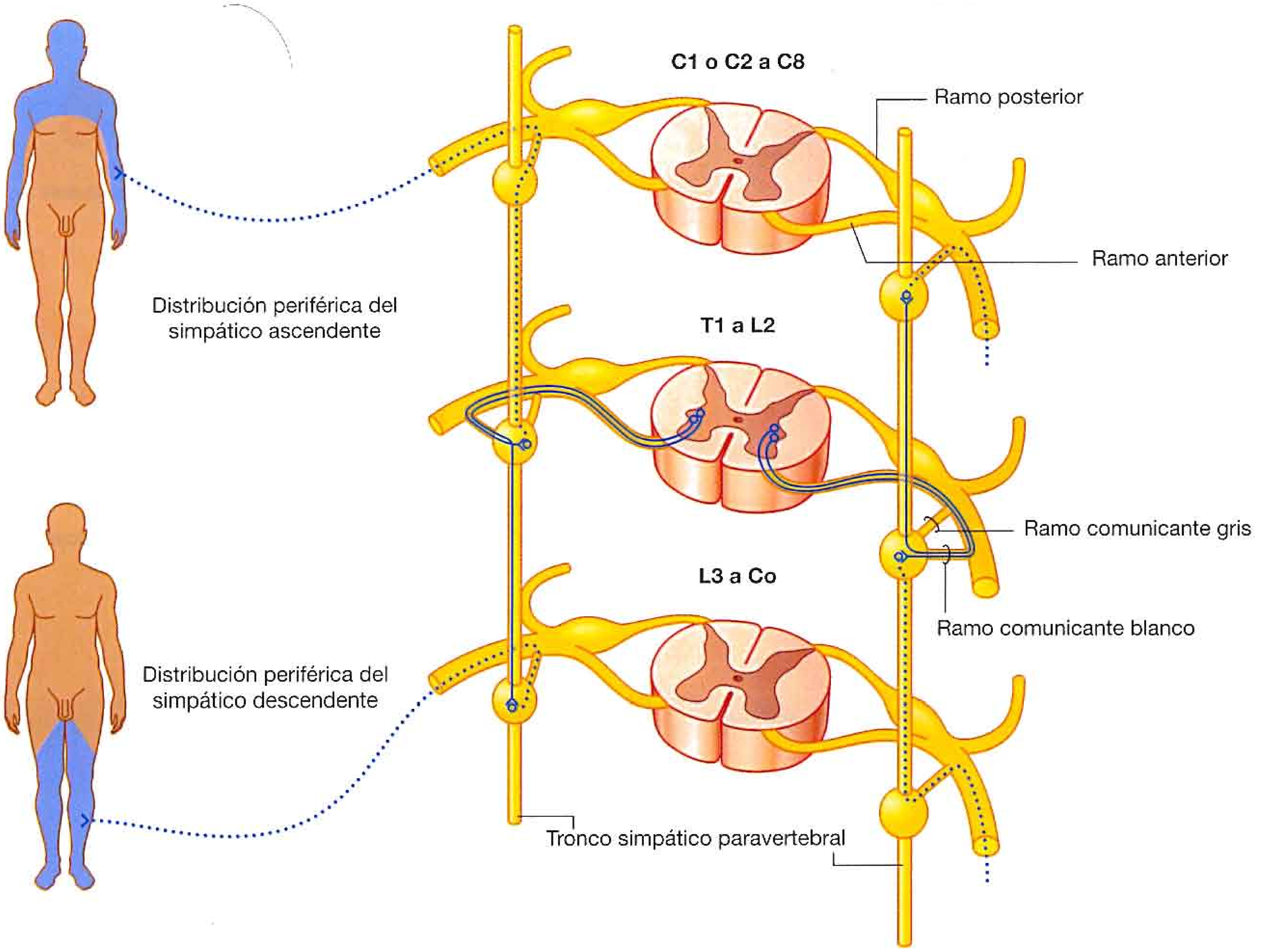


Fig. 2.70 Curso de los nervios simpáticos que discurren hacia la periferia en nervios espinales que no son los mismos a través de los que dejaron la médula espinal.

Inervación simpática de vísceras cervicales y torácicas

Las fibras simpáticas preganglionares pueden hacer sinapsis con neuronas motoras posganglionares en ganglios y abandonan entonces los ganglios medialmente para inervar vísceras cervicales o torácicas (fig. 2.71). Pueden ascender en el tronco, antes o después de hacer sinapsis, las fibras posganglionares pudiendo combinarse con aquéllas de otros niveles para formar los denominados nervios viscerales, tales como los nervios cardíacos. A menudo, estos nervios se unen a ramas del sistema parasimpático para formar plexos en o cerca de la superficie del órgano diana, por ejemplo, los plexos cardíacos y pulmonares. Las ramas de los plexos inervan el órgano. Los niveles medulares espinales de T1 a T5 inervan principalmente vísceras craneales, cervicales y torácicas.

Inervación simpática del abdomen, de la región pélvica y de las adrenales

Las fibras simpáticas preganglionares pueden recorrer el tronco simpático y los ganglios paravertebrales sin hacer sinapsis y, conjuntamente con fibras similares de otros niveles, forman los **nervios esplácnicos** (**mayor**, **menor**, **mínimo**, **lumbar** y **sacro**), los cuales pasan al abdomen y a la región pélvica (fig. 2.72). Las fibras preganglionares en estos nervios derivan de los niveles espinales de T5 a L2.

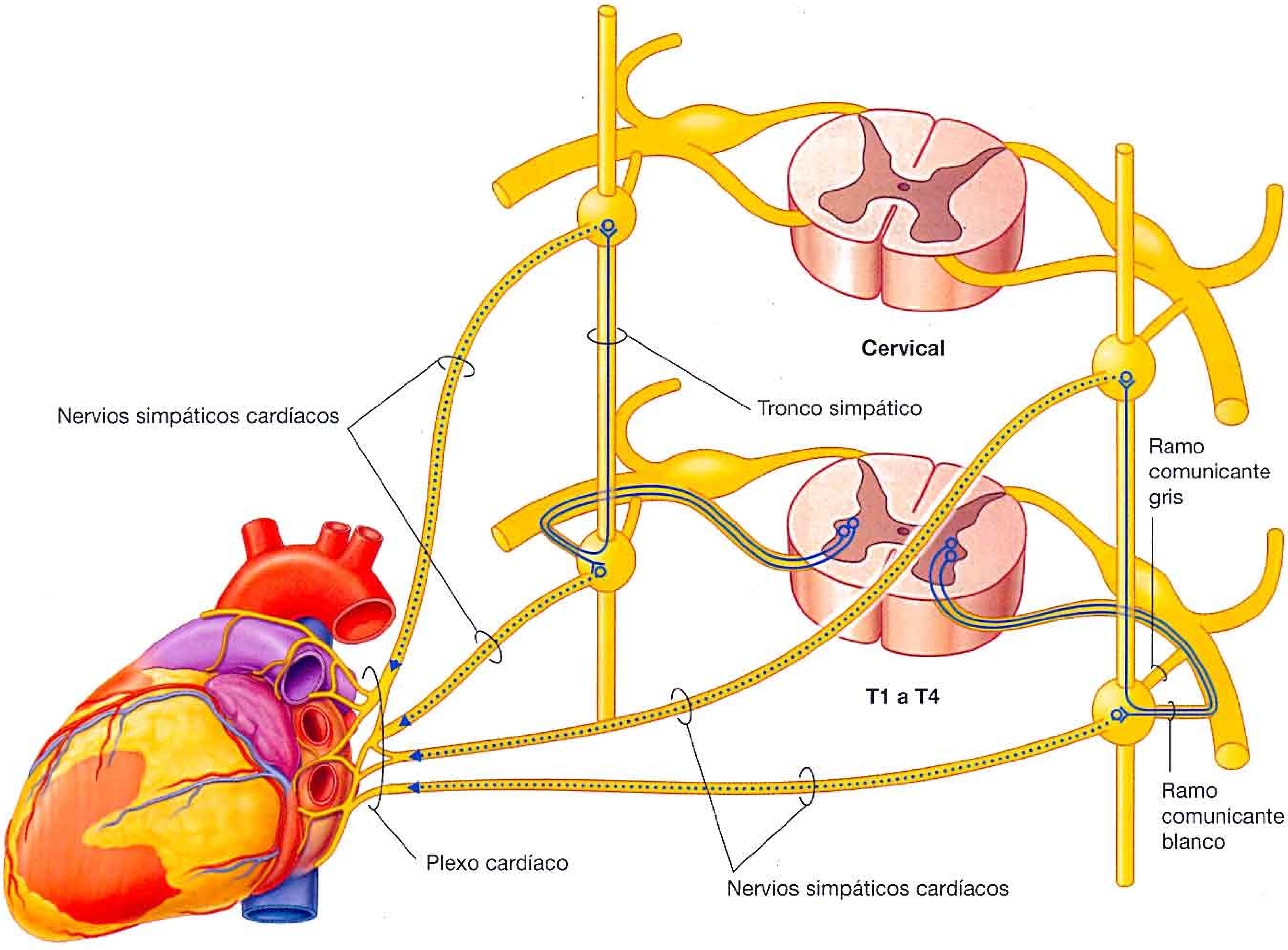


Fig. 2.71 Curso de los nervios simpáticos que se dirigen al corazón.

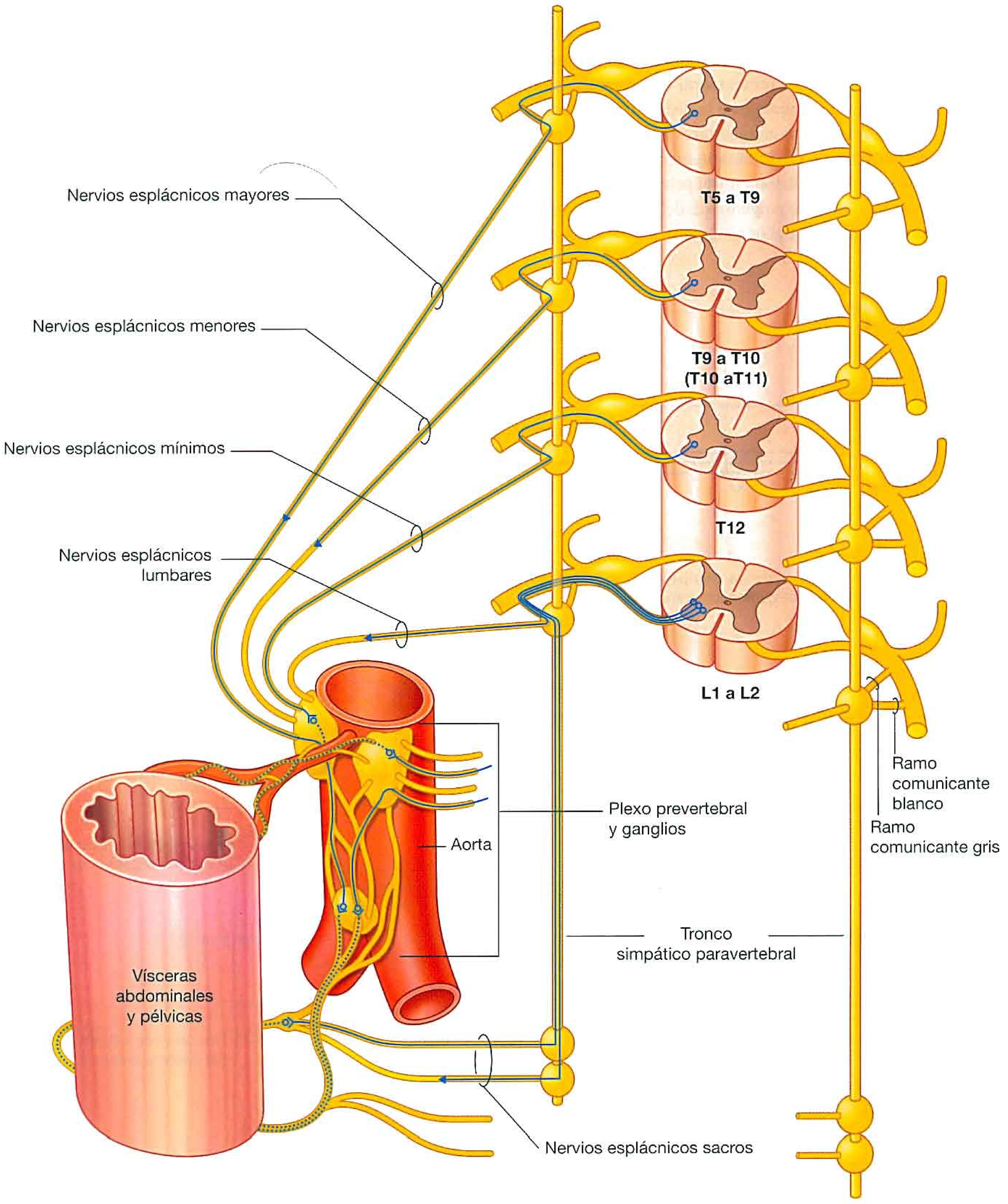


Fig. 2.72 Curso de los nervios simpáticos que se dirigen a vísceras abdominales y pélvicas.

Los nervios esplácnicos conectan generalmente con ganglios simpáticos alrededor de las raíces de las grandes arterias que se ramifican a partir de la aorta abdominal. Estos ganglios son parte de un gran plexo prevertebral que también recibe aportes de la parte parasimpática de la división autónoma del SNP. Las fibras simpáticas posganglionares se distribuyen en extensiones de estos plexos, predominantemente a lo largo de las arterias, a las vísceras del abdomen y la pelvis.

Algunas de las fibras preganglionares del plexo prevertebral no hacen sinapsis en los ganglios simpáticos del plexo, sino que atraviesan el sistema hasta la glándula adrenal, donde sinapsan directamente con células de la médula adrenal. Estas células son homólogas de las neuronas posganglionares simpáticas y secretan adrenalina y noradrenalina al sistema vascular.

Sistema parasimpático

La parte parasimpática de la división autónoma del SNP (fig. 2.73) abandona las regiones craneal y sacra del SNC en asociación con:

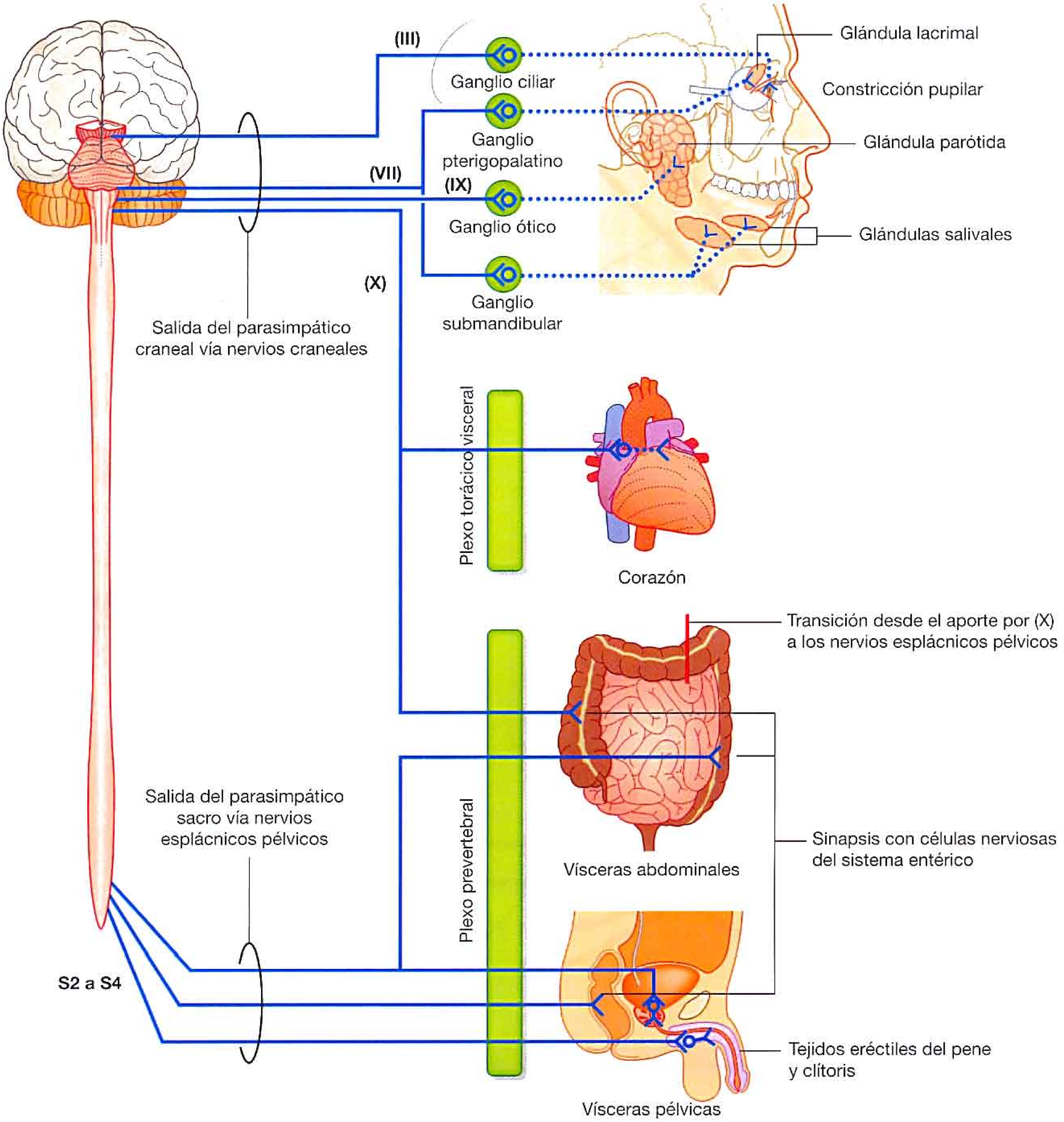


Fig. 2.73 Parte parasimpática de la división autónoma del SNP.

- Nervios craneales III, VII, IX y X: III, VII y IX llevan el parasimpático a estructuras del interior de la cabeza y el cuello únicamente, mientras que el X (el nervio vago) también inerva las vísceras torácicas y la mayoría de las abdominales.
- Los nervios espinales S2 a S4: el parasimpático sacro inerva vísceras abdominales inferiores, vísceras pélvicas, y las arterias asociadas con los tejidos eréctiles del periné.

Como los nervios motores viscerales de la parte simpática, los nervios motores viscerales de la parte parasimpática generalmente incluyen dos neuronas en el trayecto. Las neuronas preganglionares están en el SNC, y sus fibras salen en los nervios craneales.

Fibras parasimpáticas preganglionares sacras

En la región sacra, las fibras parasimpáticas preganglionares formas nervios viscerales especiales (los **nervios esplácnicos pélvicos**), los cuales se originan de los ramos anteriores de S2 a S4 y penetran en las extensiones pélvicas del gran plexo prevertebral formado alrededor de la aorta abdominal. Estas fibras se distribuyen a vísceras pélvicas y abdominales, principalmente a lo largo de vasos sanguíneos. Las neuronas motoras posganglionares se encuentran en las paredes de las vísceras. En órganos del sistema gastrointestinal, las fibras preganglionares no tienen una neurona motora parasimpática posganglionar en el trayecto; en su lugar, las fibras preganglionares sinapsan directamente con neuronas en los ganglios del sistema entérico.

Fibras parasimpáticas preganglionares en los nervios craneales

Las fibras motoras parasimpáticas preganglionares en III, VII y IX se separan de los nervios y conectan con uno de cuatro ganglios diferentes, los cuales alojan las neuronas motoras posganglionares. Estos cuatro ganglios se encuentran cerca de las ramas principales de V. Las fibras posganglionares salen de los ganglios, se unen a ramas de V y son transportadas a los órganos diana (glándulas salivales, mucosas y lagrimales; el músculo constrictor de la pupila, y el músculo ciliar del ojo) con estas ramas.

El nervio vago (X) da origen a ramas viscerales a lo largo de su trayecto. Estas ramas contribuyen a plexos asociados con vísceras torácicas o con el gran plexo prevertebral en el abdomen y la pelvis. Muchos de estos plexos también contienen fibras simpáticas.

Cuando están presentes, las neuronas parasimpáticas posganglionares se encuentran en las paredes de las vísceras diana.

Inervación sensitiva visceral (aferentes viscerales)

Las vísceras sensitivas viscerales acompañan generalmente a fibras motoras viscerales.

Las fibras sensitivas viscerales acompañan a fibras simpáticas

Las fibras sensitivas viscerales siguen el recorrido de las fibras simpáticas y entran en la médula espinal a niveles medulares espinales similares. Sin embargo, las fibras sensitivas viscerales también pueden entrar en la médula espinal a niveles diferentes de aquéllos asociados con la salida motora. Por ejemplo, las fibras sensitivas viscerales del corazón pueden entrar a niveles más altos que el nivel medular espinal T1. Las fibras sensitivas viscerales que acompañan a las fibras simpáticas están implicadas principalmente en la percepción del dolor.

Las fibras sensitivas viscerales acompañan a fibras parasimpáticas

Las fibras sensitivas viscerales que acompañan a fibras parasimpáticas son transportadas principalmente en IX y X y en los nervios espinales de S2 a S4.

Las fibras sensitivas viscerales en IX llevan información de quimiorreceptores y barorreceptores asociados con las paredes de las principales arterias del cuello, así como de receptores en la faringe.

Las fibras sensitivas viscerales en X incluyen aquéllas de vísceras cervicales y de los principales vasos y vísceras en el tórax y el abdomen.

Las fibras sensitivas viscerales de las vísceras pélvicas y de las partes más distales del colon son transportadas en S2 a S4.

Las fibras sensitivas viscerales asociadas con fibras parasimpáticas se encuentran implicadas principalmente en el transporte de información al SNC sobre el estado de los procesos fisiológicos normales y las actividades reflejas.

El sistema entérico

El sistema nervioso entérico consta de neuronas motoras y sensitivas y sus células de soporte, las cuales forman dos plexos interconectados, los **plexos nerviosos mientérico** y **submucoso**, dentro de las paredes del tracto gastrointestinal (fig. 2.74). Cada uno de estos plexos está formado por:

- Ganglios, los cuales alojan los cuerpos neuronales y sus células asociadas.
- Haces de fibras nerviosas, las cuales pasan entre los ganglios y desde los ganglios a los tejidos circundantes.

Las neuronas del sistema entérico derivan de las células de la cresta neural originalmente asociadas con las regiones

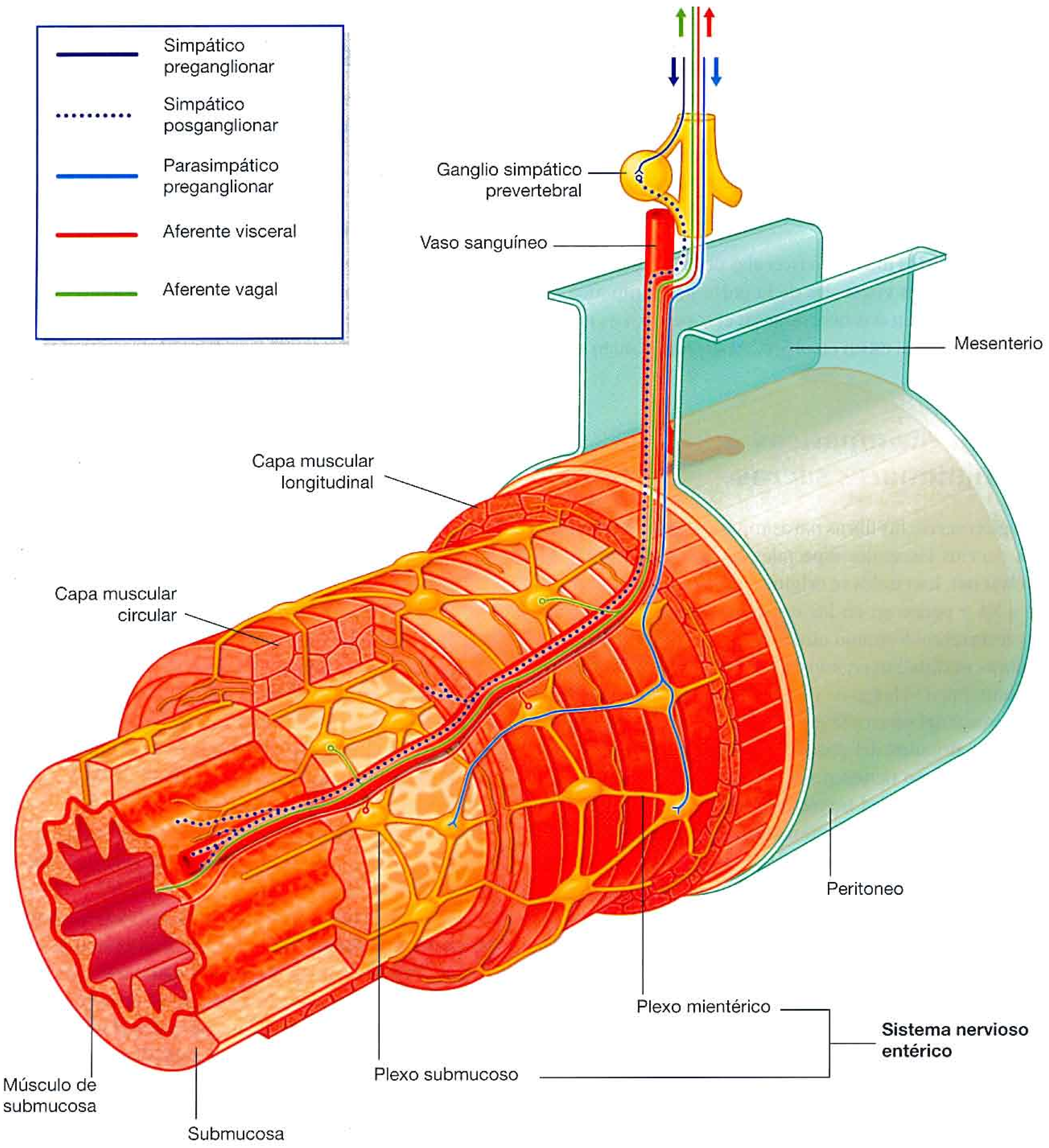


Fig. 2.74 Parte entérica del sistema nervioso.

occipitocervical y sacra. De forma interesante, se señala que hay más motoneuronas en el sistema entérico que en la propia médula espinal.

Las neuronas motoras y sensitivas dentro del sistema entérico controlan la actividad refleja dentro y entre partes del sistema gastrointestinal. Estos reflejos regulan el peristaltismo, la actividad motora secretora y el tono vascular. Estas actividades pueden tener lugar de forma independiente del cerebro y de la médula espinal, pero también pueden verse modificadas por informaciones entrantes de fibras parasimpáticas preganglionares y simpáticas posganglionares.

La información sensitiva originada en el sistema entérico es llevada de vuelta al SNC por fibras sensitivas viscerales.

Plexos nerviosos

Los plexos nerviosos son fibras somáticas o viscerales o una combinación de ambas, o niveles que dan lugar a nuevos nervios con objetivos o destinos específicos (fig. 2.75). Los plexos del sistema entérico también generan actividad refleja independiente del SNC.

Plexos somáticos

Los plexos somáticos principales formados a partir de los ramos anteriores de los nervios raquídeos son el cervical (C1 a C4), el braquial (C5 a T1), el lumbar (L1 a L4), el sacro (L4 a S4) y el coccígeo (S5 a Co). Exceptuando el nervio espinal T1, los ramos anteriores de los nervios espinales torácicos permanecen independientes y no participan en plexos.

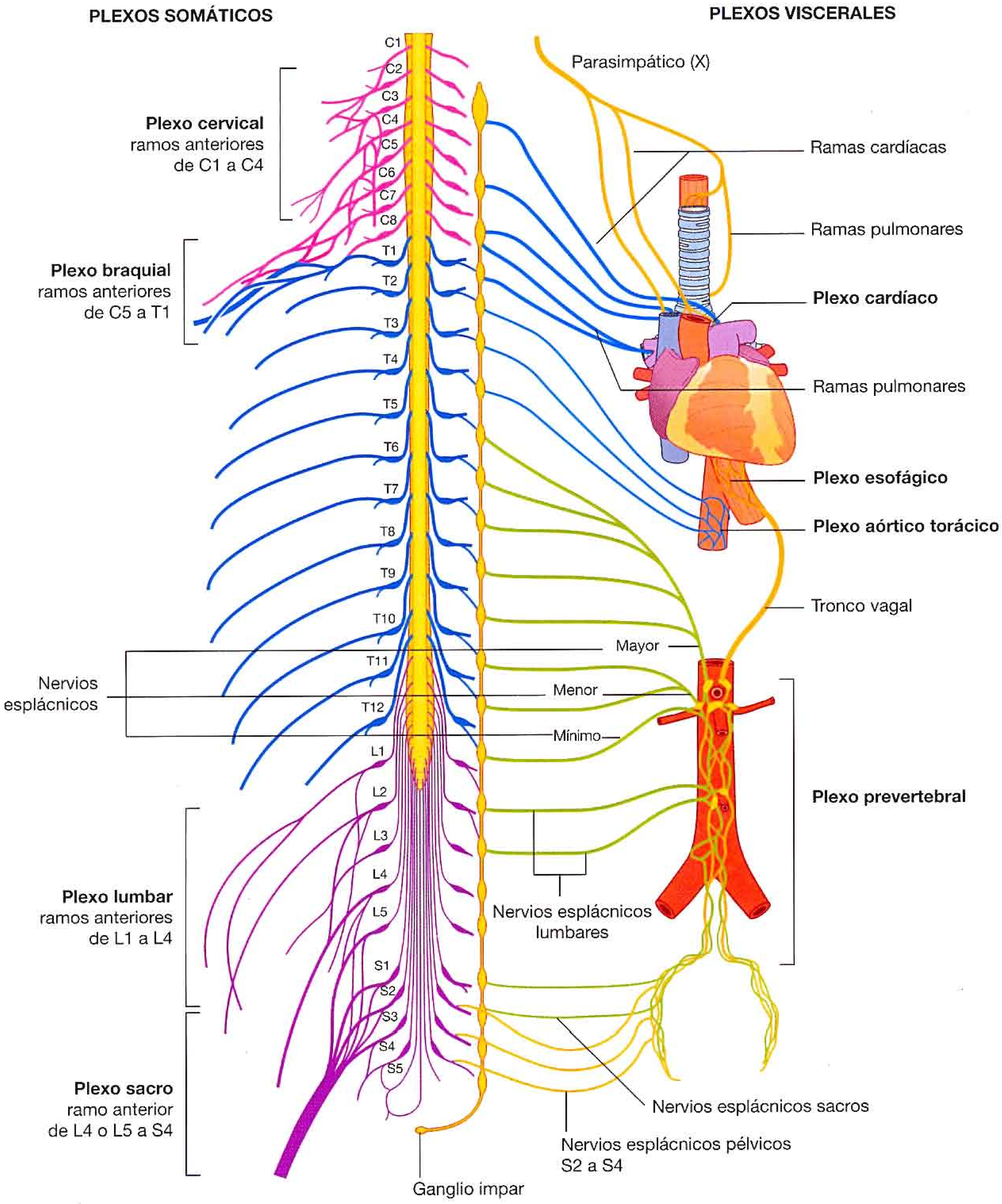


Fig. 2.75 Plexos nerviosos.

Plexos viscerales

Los plexos viscerales están formados en asociación con vísceras y generalmente contienen componentes eferente (simpático y parasimpático) y aferente (fig. 2.75). Estos plexos incluyen los plexos cardíaco y pulmonar en el tórax y un gran plexo prevertebral anterior a la aorta en el abdomen, el cual se extiende inferiormente sobre las paredes laterales de la pelvis. Este masivo plexo prevertebral aporta y recibe información de todas las vísceras abdominales y pélvicas.

El dolor referido

Se produce un dolor referido cuando la información sensitiva llega a la médula espinal desde una localización, pero es interpretada por el SNC como proveniente de otro lugar inervado por el mismo nivel medular espinal. Habitualmente, esto tiene lugar cuando la información dolorosa proviene de una región, tal como el intestino, que tiene una cantidad baja de información sensitiva saliente. Estas aferencias convergen en neuronas del mismo nivel medular espinal que reciben información de la piel, que es una zona con alta cantidad de información sensitiva saliente. Como resultado, el dolor de la región con, normalmente, baja información saliente es interpretado como originado en la región de, normalmente, alta información saliente.

El dolor está más a menudo referido desde una región inervada por la parte visceral del sistema nervioso hasta una región inervada, en el mismo nivel medular espinal, por el lado somático del sistema nervioso.

El dolor también puede referirse desde una región somática a otra. Por ejemplo, la irritación del peritoneo en la superficie inferior del diafragma, que está inervado por el nervio frénico, puede referirse a la piel de la parte superior del hombro, que está inervada por otros nervios somáticos que surgen del mismo nivel medular espinal.

Anatomía de superficie

Anatomía de superficie de la región dorsal del tronco

Los rasgos superficiales de la región dorsal del tronco se utilizan para localizar grupos musculares con el fin de valorar nervios periféricos, para determinar regiones de la columna vertebral, y para estimar la posición aproximada del extremo final de la médula espinal. También se utilizan para localizar órganos situados posteriormente en el tórax y en el abdomen.

Ausencia de curvaturas laterales

Cuando se observa desde atrás, la columna vertebral normal no presenta curvaturas laterales. La cobertura cutánea vertical entre las masas musculares de cada lado de la línea media es recta (fig. 2.76).

Curvaturas primarias y secundarias en el plano sagital

Cuando se mira desde un lado, la columna vertebral normal presenta curvaturas primarias en las regiones torácica y sacrococcígea, y curvaturas secundarias en las regiones cervical y lumbar (fig. 2.77). Las curvaturas primarias son de concavidad anterior. Las curvaturas secundarias presentan concavidad posterior.

Puntos de referencia esqueléticos no vertebrales de utilidad

Una serie de rasgos óseos fácilmente palpables proporcionan puntos de referencia útiles para definir músculos y para localizar estructuras asociadas con la columna vertebral. Entre estos rasgos se encuentran la protuberancia occipital externa, la escápula y la cresta ilíaca (fig. 2.78).

La protuberancia occipital externa resulta palpable en la línea media en la parte posterior de la cabeza, inmediatamente superior a la línea del pelo.

La espina, el borde medial y el ángulo inferior de la escápula resultan a menudo visibles y fácilmente palpables.

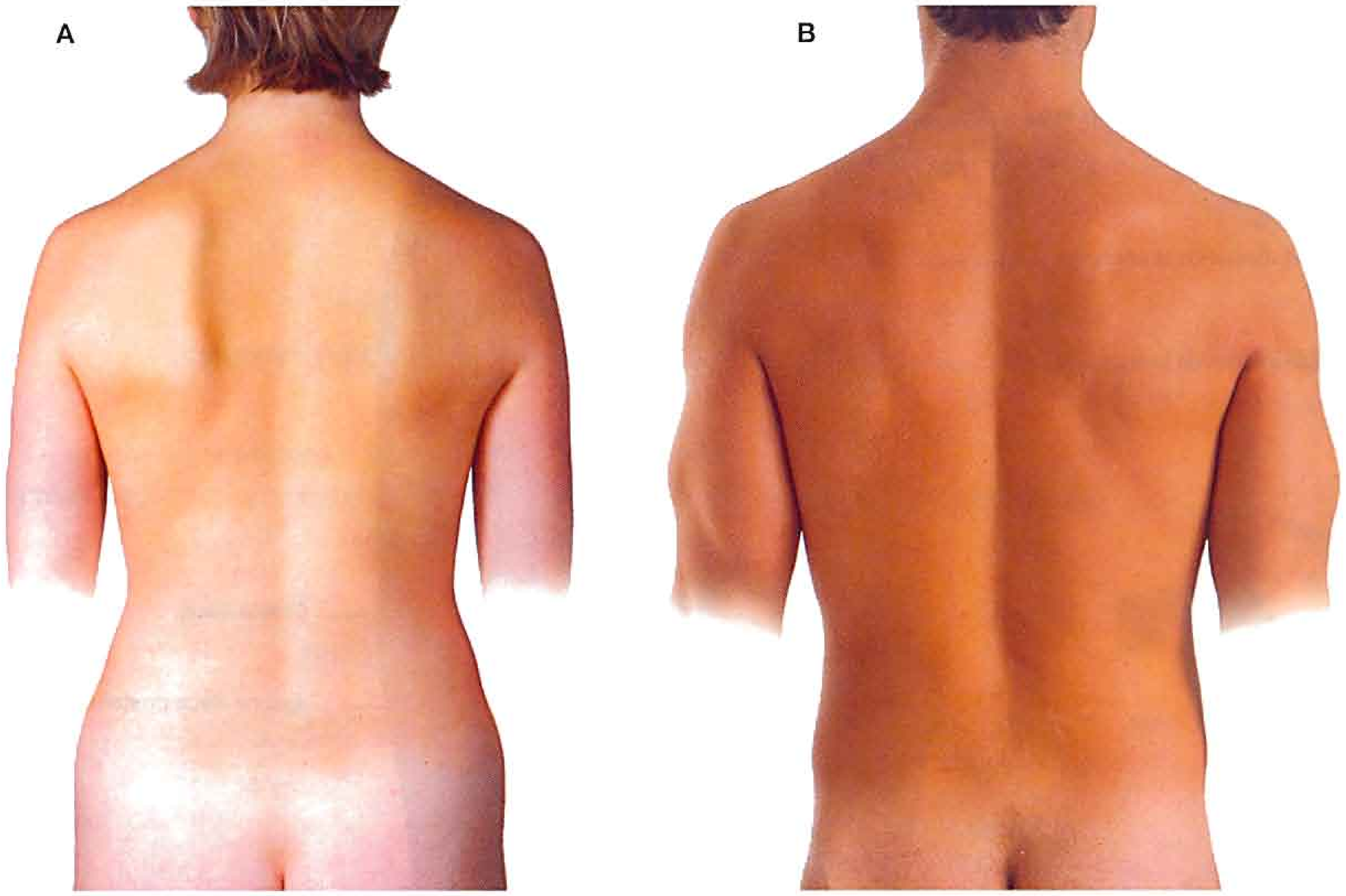


Fig. 2.76 Aspecto normal de la región dorsal del tronco. **A.** En mujeres. **B.** En hombres.

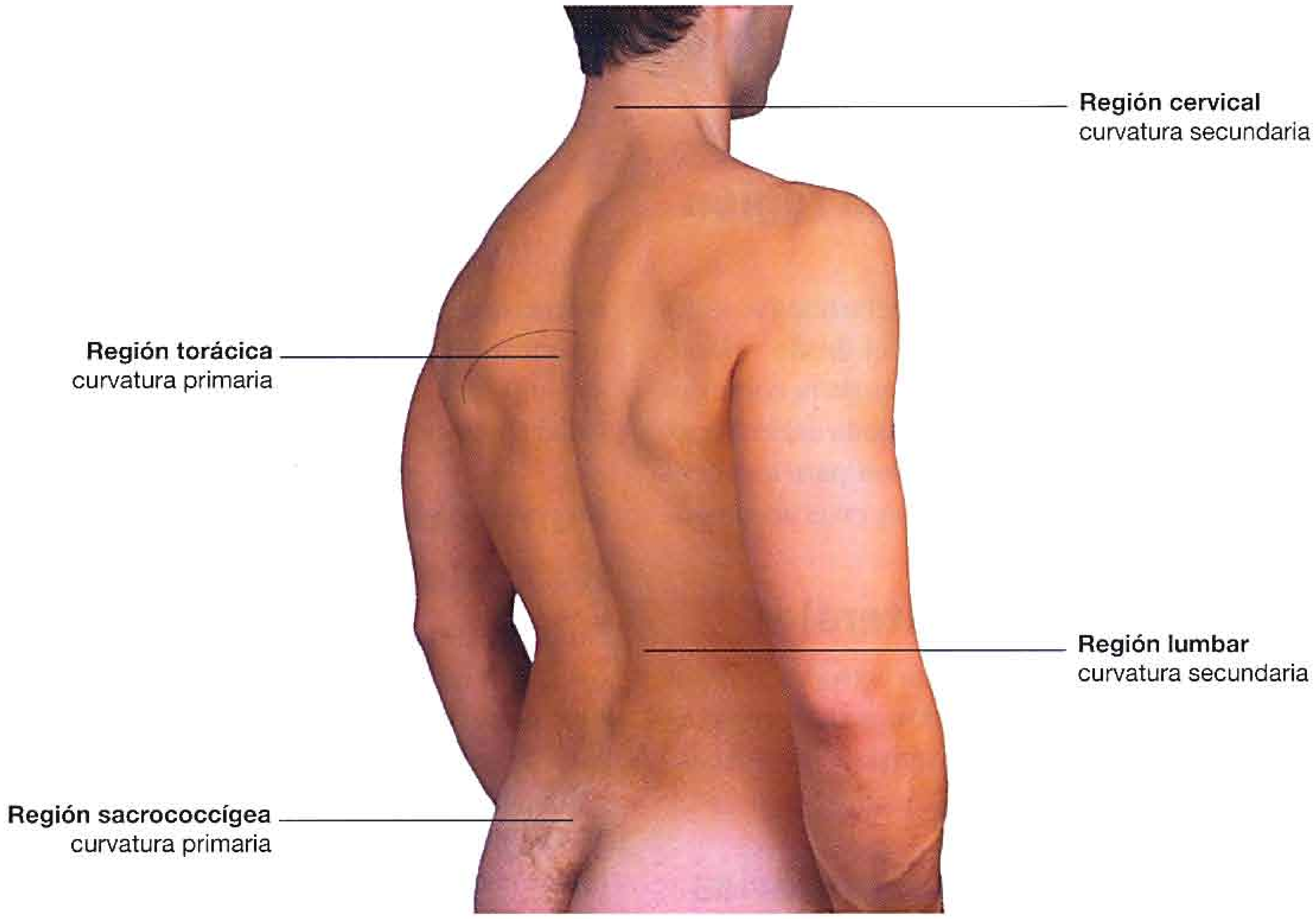


Fig. 2.77 Curvaturas normales de la columna vertebral.

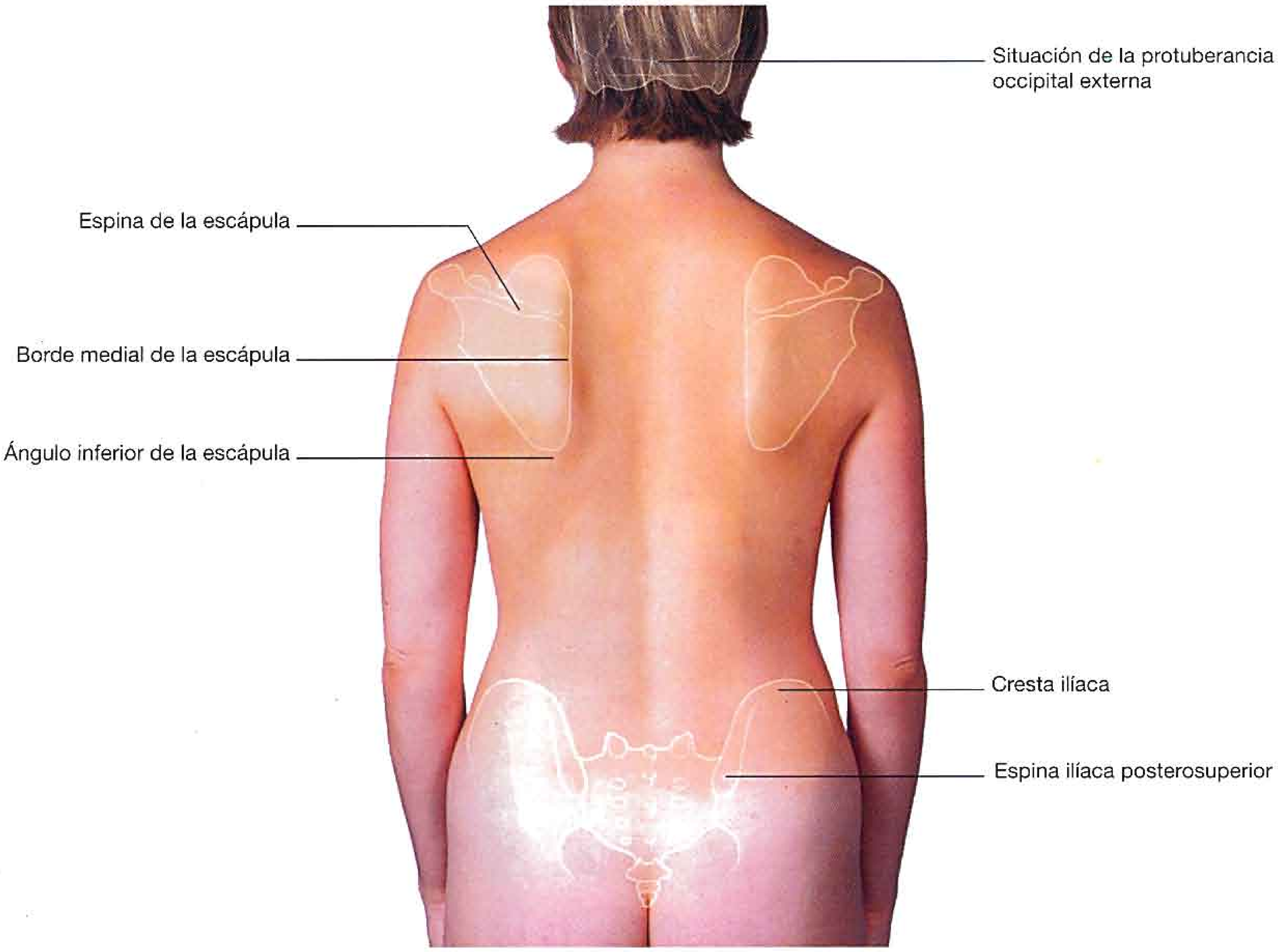


Fig. 2.78 Región dorsal del tronco de una mujer donde se han indicado las principales referencias óseas palpables.

La cresta ilíaca es palpable a lo largo de toda su longitud, desde la espina ilíaca anterosuperior en el margen lateral inferior de la pared abdominal anterior hasta la espina ilíaca posterosuperior próxima a la base de la región dorsal del tronco. La posición de la espina ilíaca posterosuperior resulta con frecuencia visible como una «depresión sacra» inmediatamente lateral a la línea media.

Cómo identificar apófisis espinosas vertebrales determinadas

La identificación de apófisis espinosas vertebrales (fig. 2.79A) puede utilizarse para diferenciar entre regiones de la columna vertebral y para facilitar la visualización de la posición de estructuras más profundas, tales como los límites inferiores de la médula espinal y del espacio subaracnoideo.

Resulta posible identificar la apófisis espinosa de la vértebra C2, a través de una palpación profunda, como la protuberancia ósea más superior en la línea media, inmediatamente inferior al cráneo.

La mayoría de las restantes apófisis espinosas, exceptuando la de la vértebra C7, no son fácilmente palpables porque quedan tapadas por los tejidos blandos.

La apófisis espinosa de C7 suele ser visible como una eminencia prominente en la línea media en la base del cuello (fig. 2.79B).

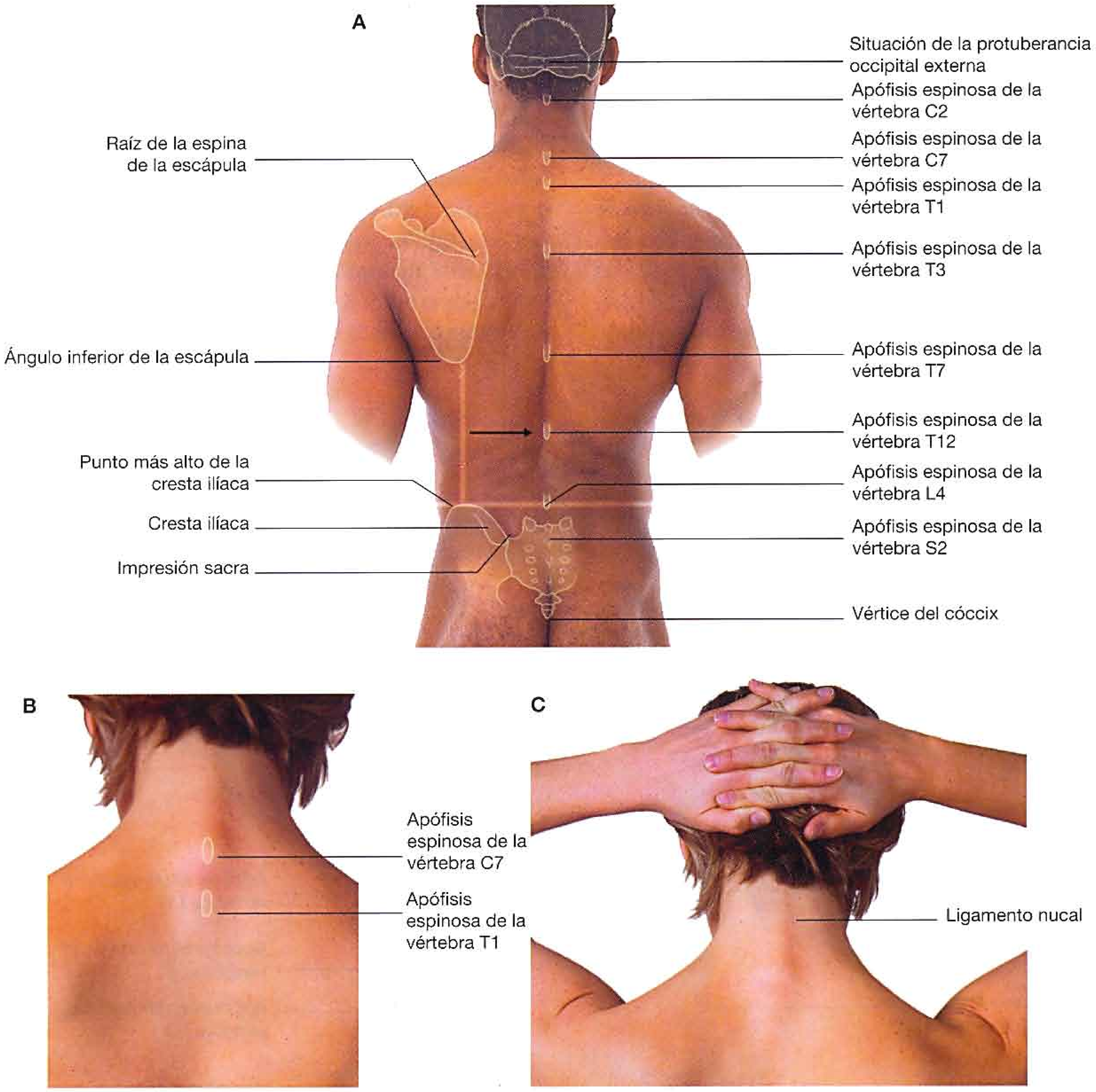


Fig. 2.79 La región dorsal del tronco con indicación de la situación de las apófisis espinosas vertebrales y las estructuras asociadas. **A.** En un hombre. **B.** En una mujer con el cuello flexionado. Se han marcado las prominentes apófisis espinosas de las vértebras C7 y T1. **C.** En una mujer con el cuello flexionado para acentuar el ligamento nucal.

Extendiéndose entre C7 y la protuberancia occipital externa del cráneo se encuentra el ligamento nucal, que es fácilmente visible como una cresta longitudinal cuando el cuello está flexionado (fig. 2.79C).

Inferior a la apófisis espinosa de C7 se encuentra la apófisis espinosa de T1, la cual suele ser también visible como una protuberancia en la línea media. A menudo es más prominente que la apófisis espinosa de C7.

La raíz de la espina de la escápula se encuentra al mismo nivel que el punto medio de una línea vertical entre el ángulo inferior de la escápula y la cresta ilíaca.

Una línea horizontal entre el punto más alto de la cresta ilíaca a cada lado atraviesa la apófisis espinosa de la vértebra L4. Las apófisis espinosas de las vértebras L3 y L5 son palpables por encima y por debajo de la apófisis espinosa de L4, respectivamente.

Las «depresiones sacras» que marcan la posición de la espina ilíaca anterosuperior están al mismo nivel que la apófisis espinosa de la vértebra S2.

La punta del cóccix es palpable en la base de la columna vertebral entre las masas glúteas.

Los vértices de las apófisis espinosas vertebrales no siempre se encuentran en el mismo plano horizontal que sus correspondientes cuerpos vertebrales. En la región torácica, las apófisis espinosas son largas y muy inclinadas en sentido descendente, de forma que sus extremos se encuentran a nivel del cuerpo vertebral inmediatamente inferior. En otras palabras, el vértice de la apófisis espinosa de la vértebra T3 se encuentra a nivel de la vértebra T4.

En las regiones lumbar y sacra, las apófisis espinosas son generalmente más cortas y están menos inclinadas que en la región torácica, y sus vértices palpables reflejan la posición más próxima de sus correspondientes cuerpos vertebrales. Como consecuencia, el extremo palpable de la apófisis espinosa de la vértebra L4 se encuentra aproximadamente al nivel de la vértebra L4.

Localización de los extremos inferiores de la médula espinal y del espacio subaracnoideo

La médula espinal no ocupa toda la longitud del canal raquídeo. Normalmente en adultos termina a nivel del disco intervertebral L1-L2; sin embargo, puede terminar tan alto como T12 o tan bajo como el disco intervertebral L2-L3. El espacio subaracnoideo finaliza aproximadamente a nivel de la vértebra S2 (fig. 2.80A).

Como resulta posible acceder al espacio subaracnoideo en la región lumbar inferior sin poner en riesgo la médula espinal, es importante ser capaz de identificar la posición de las apófisis espinosas de las vértebras lumbares. La apófisis espi-

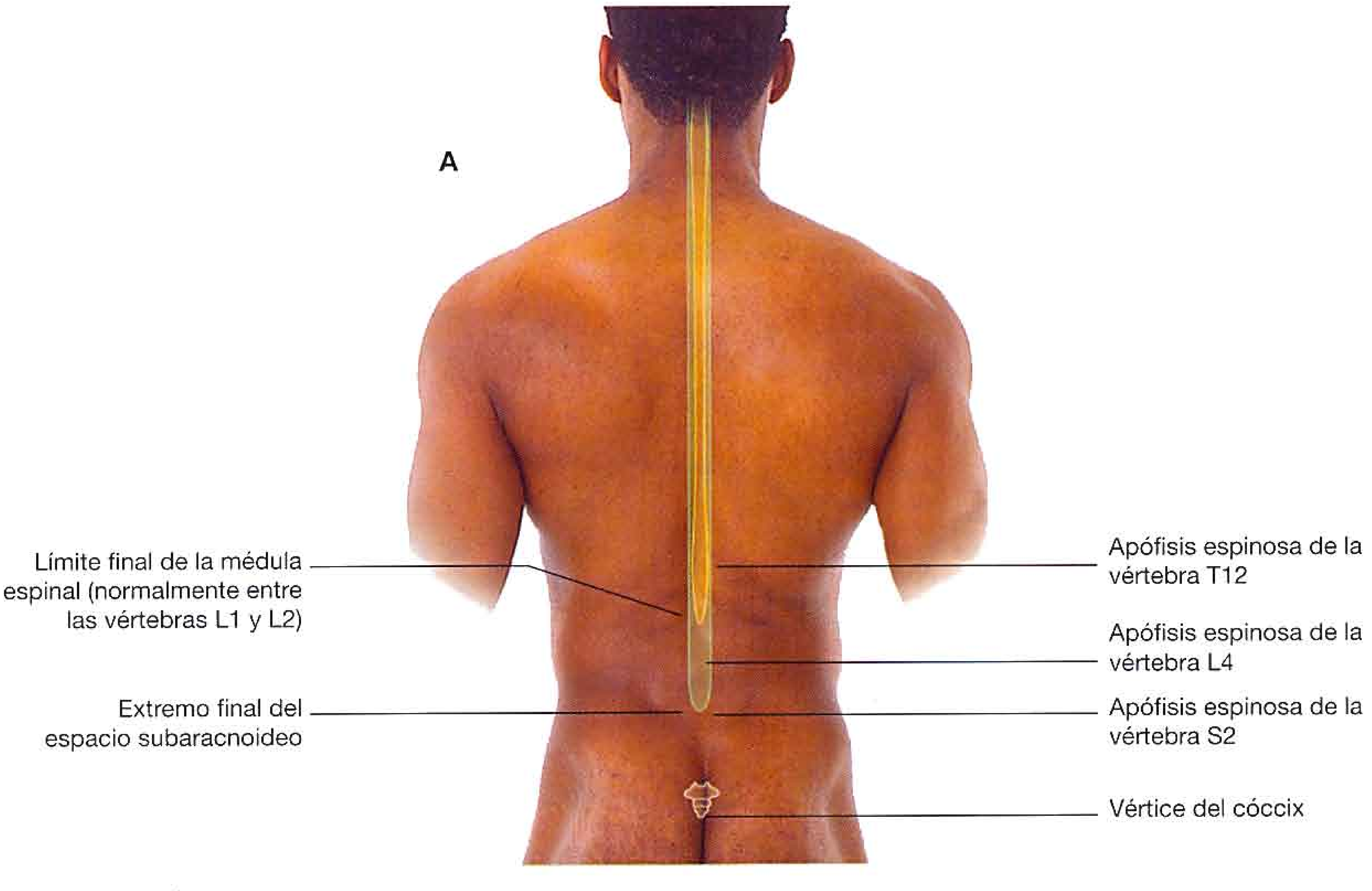


Fig. 2.80 La región dorsal del tronco con indicación del final de la médula espinal y del espacio subaracnoideo. **A.** En un hombre.

Continúa

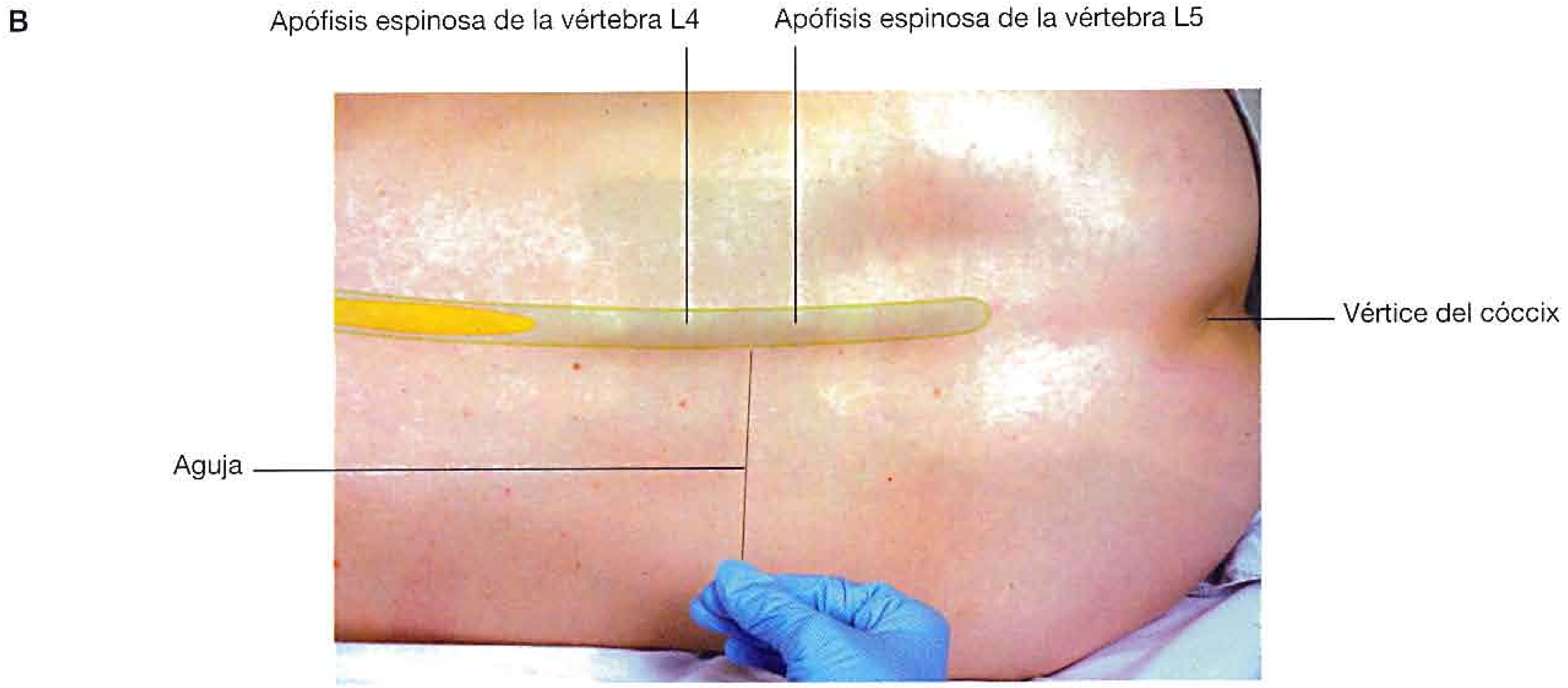


Fig. 2.80 ***(cont.)*** La región dorsal del tronco con indicación del final de la médula espinal y del espacio subaracnoideo. **B.** En una mujer tumbada sobre su lado en posición fetal, lo cual hace más notorias las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y abre los espacio entre los arcos vertebrales adyacentes. Se puede extraer líquido cefalorraquídeo del espacio subaracnoideo en la zona inferior de la columna lumbar sin poner en riesgo la médula espinal.

nosa de la vértebra L4 se encuentra a nivel de una línea horizontal entre los puntos más elevados de las crestas ilíacas. En la región lumbar, los extremos palpables de las apófisis espinosas vertebrales se encuentran opuestos a sus correspondientes cuerpos vertebrales. Se puede acceder al espacio subaracnoideo entre los niveles vertebrales L3 y L4 y entre L4 y L5 sin poner en riesgo la médula espinal (fig. 2.80B). El espacio subaracnoideo finaliza en el nivel vertebral S2, que se encuentra a nivel de las «depresiones sacras» que marcan las espinas ilíacas posteriores superiores.

Identificación de los músculos principales

Es posible observar y palpar varios músculos intrínsecos y extrínsecos de la región dorsal del tronco. Los mayores de ellos son los músculos trapecio y dorsal ancho (fig. 2.81A y 2.81B). Al retraer la escápula hacia la línea media se pueden acentuar los músculos romboides (fig. 2.81C), que se encuentran profundos al músculo trapecio. Los músculos erectores espinales son visibles como dos columnas longitudinales separadas por un surco en la línea media (fig. 2.81A).

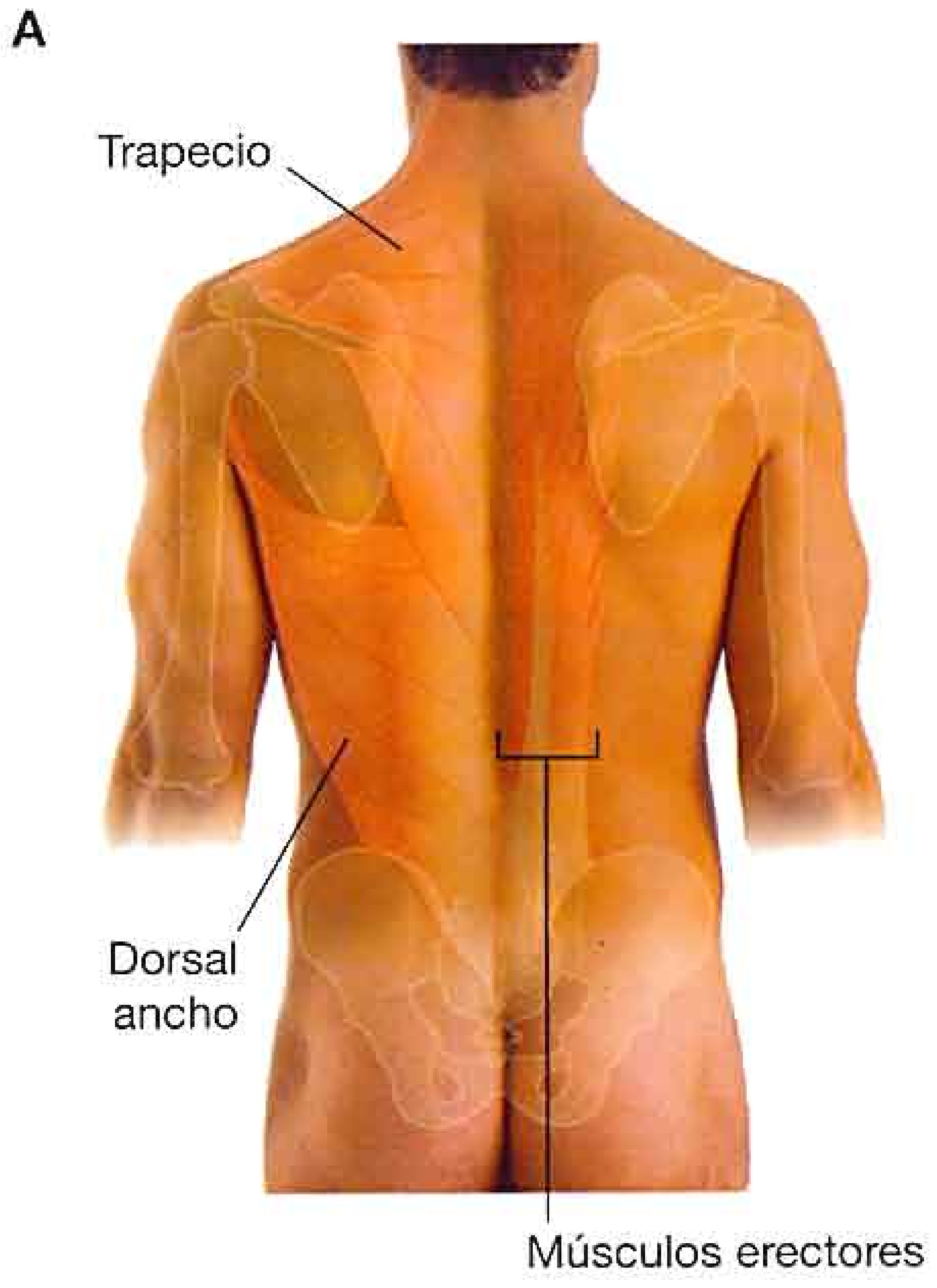
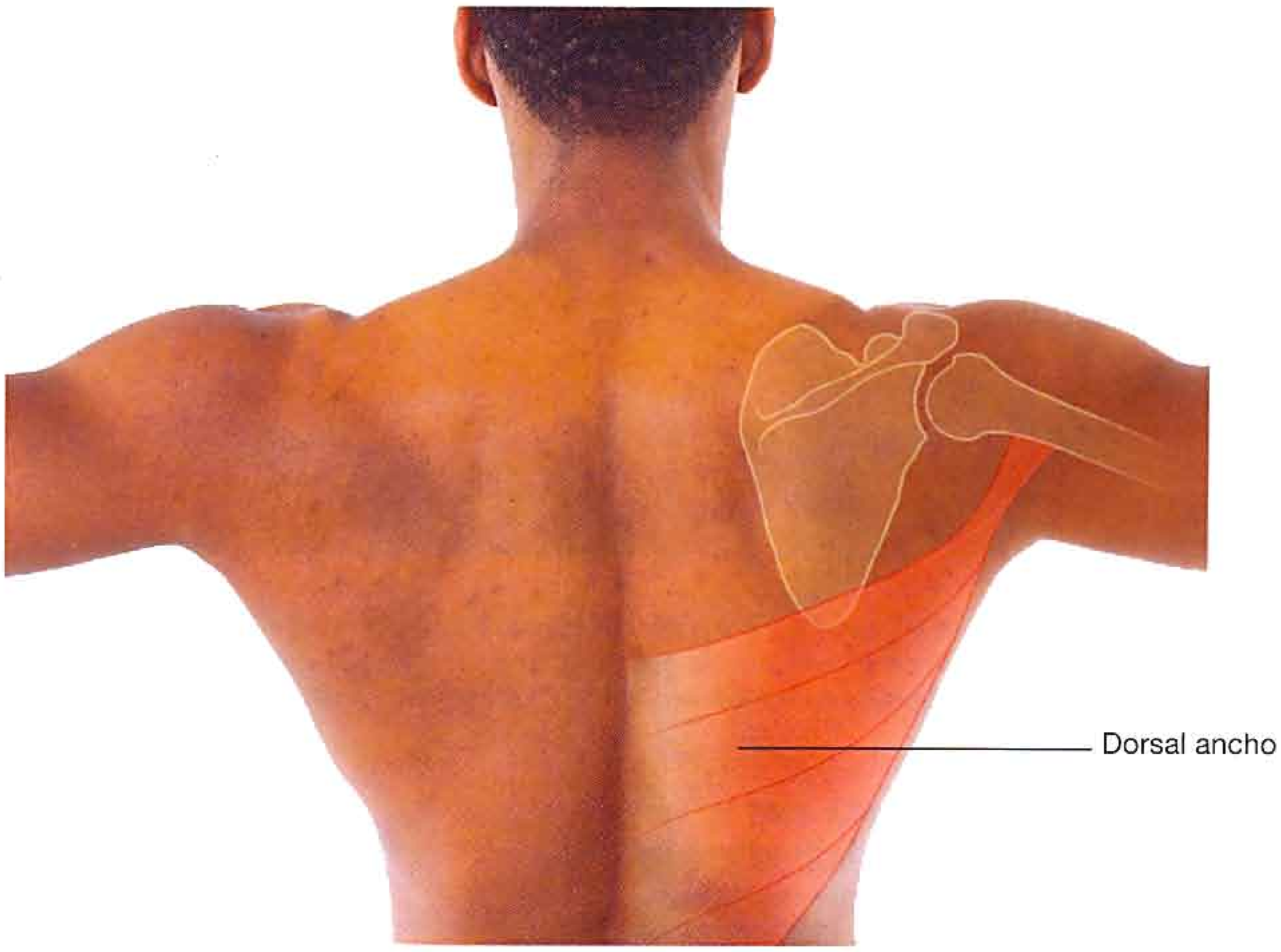


Fig. 2.81 Músculos de la región dorsal del tronco. **A.** En un hombre con los músculos dorsal ancho, trapecio y erector espinal indicados.

Continúa

B



C

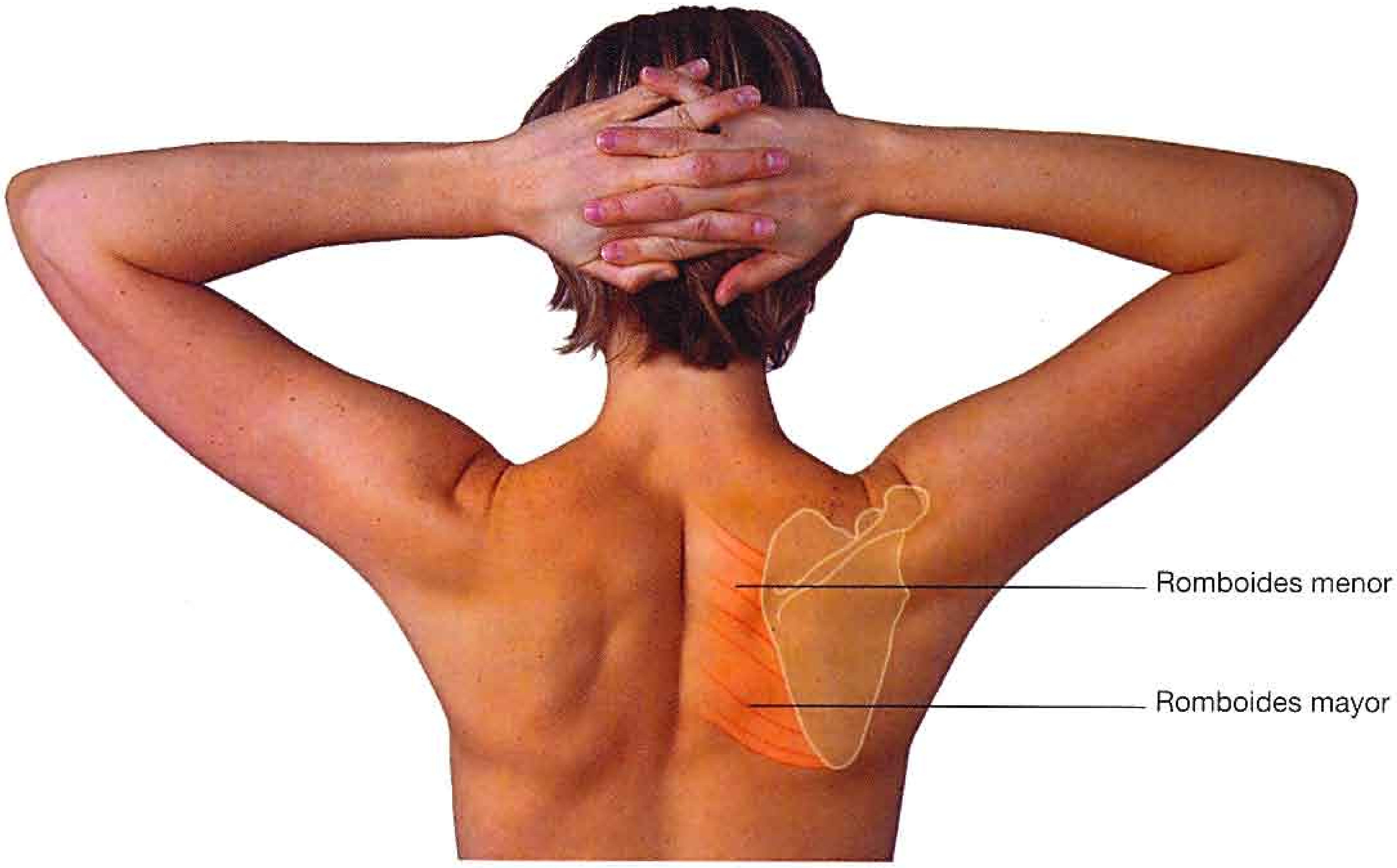


Fig. 2.81 *(cont.)* Músculos de la región dorsal del tronco. **B.** En un hombre con los brazos en abducción para hacer más patentes los márgenes laterales de los músculos dorsales anchos. **C.** En una mujer con las escápulas rotadas externamente y retraídas de forma forzada para acentuar los músculos romboides.

Casos clínicos

Caso 1

Apendicitis

Un hombre joven presentó una historia de dolor cólico abdominal central difuso. Tras varias horas, el dolor comenzó a localizarse en la fosa ilíaca derecha y se hizo constante. Fue remitido al cirujano general quien le extirpó un apéndice inflamado. El paciente tuvo una recuperación sin incidencias.

*Cuando se inflama el apéndice, se estimulan las fibras sensitivas viscerales. Estas fibras entran en la médula espinal con las fibras simpáticas en el nivel medular espinal T10. El dolor queda referido al dermatoma T10, que se encuentra en la región umbilical (fig. 2.82). El dolor es difuso, no focalizado; cada vez que una onda peristáltica pase a través de la región ileocecal, el dolor se exacerbará. Este tipo intermitente de dolor se conoce como **cólico.***

En las etapas tardías de la enfermedad, el apéndice contacta e irrita el peritoneo parietal de la fosa ilíaca derecha, que está inervado por nervios sensitivos somáticos. Ello produce un dolor focal constante, que predomina sobre el dolor cólico que el paciente sentía durante las horas previas. El paciente ya no interpreta el dolor referido al dermatoma T10.

Aunque ésta es una historia típica de apendicitis, se debe tener siempre en cuenta que los síntomas y signos del paciente pueden variar. El apéndice se encuentra en posición retrocecal en aproximadamente el 70% de los pacientes; por tanto, puede que nunca contacte con el peritoneo parietal anteriormente en la fosa ilíaca derecha. También resulta posible que el apéndice sea largo y pueda contactar directamente con otras estructuras. Como consecuencia, el paciente puede presentarse con otros síntomas (p. ej., el apéndice puede contactar con el uréter y el paciente presentar entonces síntomas urológicos).

Aunque la apendicitis es frecuente, otros trastornos, por ejemplo del intestino y de la pelvis, pueden presentar síntomas similares.

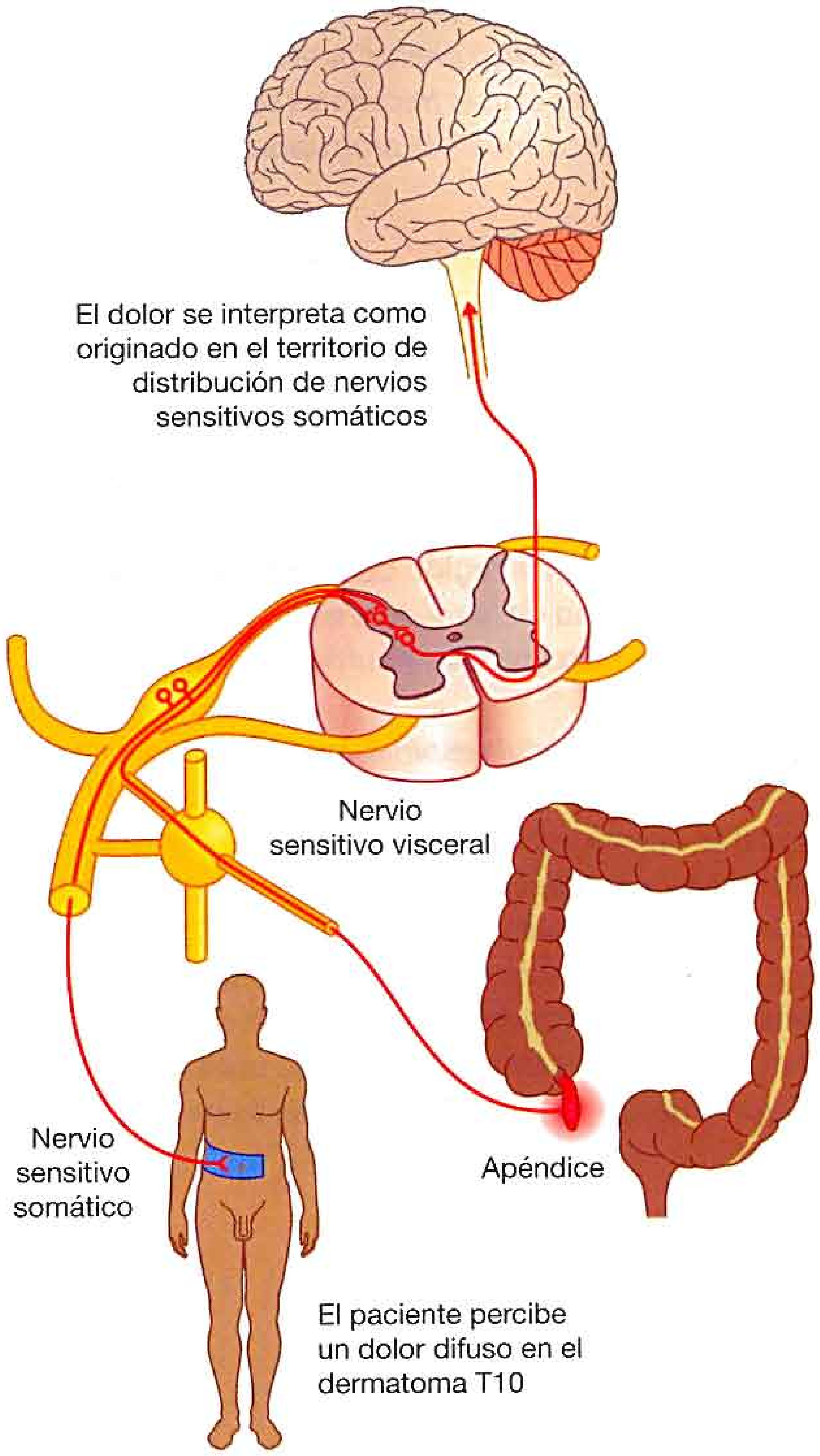


Fig. 2.82 Mecanismo del dolor referido a partir de un apéndice inflamado hasta el dermatoma T10.

Caso 2

Ciática frente a lumbago

Una mujer de 50 años de edad acudió a su médico general con lumbalgia grave que se irradiaba hacia el glúteo derecho.

La lumbalgia es un problema frecuente en la práctica clínica.

De las muchas causas habituales de lumbalgia, algunas necesitan un diagnóstico precoz para iniciar el tratamiento adecuado. Entre las causas frecuentes se incluyen la laceración del disco anular, la protrusión discal que contacte directamente con una raíz nerviosa y el dolor mecánico en las articulaciones cigapofisarias. Globalmente, las principales causas pueden clasificarse en tres grupos: dolor lumbar mecánico, patología degenerativa articular y compresión neural.

Ciática y lumbago no son lo mismo. ***Lumbago*** *es un término genérico que se refiere al dolor en zona lumbar inferior.* ***Ciática*** *es el término aplicado al dolor en el área de distribución del nervio ciático (L4 a S3), que se siente en el glúteo y a lo largo de la zona posterolateral de la pierna.*

Caso 3

Lesión de la médula espinal cervical

Un hombre de 45 años de edad se vio implicado en un grave accidente de tráfico. A la exploración presentaba una lesión grave en la región cervical de su columna vertebral con daño de la médula espinal. De hecho, la respiración se hizo irregular y sufrió una parada.

Si la lesión de la médula espinal cervical se produce por encima de C5 es probable la parada respiratoria. El nervio frénico se origina a partir de C3, C4 y C5 e inerva el diafragma. La respiración puede no detenerse justo si la lesión se sitúa inmediatamente debajo de C5, pero lo hace si la médula sufre edema y el daño progresa en sentido superior. Además, puede existir cierto intercambio respiratorio y ventilatorio utilizando los músculos del cuello más el esternocleidomastoideo y el trapecio, que se encuentran inervados por el nervio accesorio (XI).

El paciente fue incapaz de sentir o mover sus miembros superiores e inferiores.

El paciente presentaba parálisis de los miembros superiores e inferiores y estaba, por tanto, tetrapléjico. Si la respiración no está afectada, la lesión se sitúa bajo C5 o a nivel de C5. La inervación nerviosa de los miembros superiores es a través del plexo braquial, que comienza en C5. El punto de lesión de la médula espinal se encontraba en, o alrededor de C5.

Es importante recordar que aunque la médula haya sufrido una sección en la región cervical, la médula por debajo de dicho nivel estará intacta. Es posible que exista actividad refleja por debajo de la lesión, pero se ha perdido la comunicación con el encéfalo.

Caso 4

Absceso del psoas

Una mujer de 25 años de edad se quejaba de dolor lumbar creciente. Durante las semanas siguientes notó una masa creciente en la ingle derecha, que era levemente dolorosa a la palpación. Preguntada directamente, también se quejaba de tos productiva con esputo mucoso y hemático, y una leve febrícula

La radiografía de tórax reveló una masa cavitada en el vértice pulmonar, lo que explicaba la historia respiratoria.

Dada la edad de la paciente, resultaba improbable un carcinoma pulmonar. La hemoptisis (tos con sangre en el esputo) y el resto de la historia sugieren que la paciente presentaba una infección pulmonar. Dados los hallazgos en la radiografía de tórax de una cavidad en el vértice pulmonar, se hizo el diagnóstico de tuberculosis (TB). Esto se confirmó por broncoscopia y aspiración del pus, del que se realizó un cultivo.

Durante la infección pulmonar de la paciente, el bacilo tuberculoso se había diseminado por la sangre hasta la vértebra L1. La destrucción ósea comenzó en el hueso esponjoso del cuerpo vertebral próximo a los discos intervertebrales. Esta enfermedad progresó y erosionó hacia el disco intervertebral, que se infectó. El disco quedo destruido y el material discal infectado salió alrededor del disco anteriormente y penetró en la vaina del músculo psoas. Éste es un hallazgo frecuente en la infección tuberculosa de la parte lumbar de la columna vertebral.

A medida que la infección progresaba, el pus se extendió por la vaina del músculo psoas por debajo del ligamento inguinal para presentarse como una masa dura en la ingle. Éste es un típico dato de absceso del psoas.

Afortunadamente para la paciente, no hubo evidencia de ningún daño dentro del canal raquídeo.

La paciente fue sometida a un drenaje guiado radiológicamente del absceso del psoas y fue tratada durante más de 6 meses con un régimen antibiótico a largo plazo. Tuvo una recuperación excelente sin síntomas adicionales, aunque las cavidades de los pulmones permanecieron. Cicatrizaron con esclerosis.

10 preguntas cortas

1. P: Se administró una inyección de anestésico local en el nivel vertebral L1/L2. Enumera tres funciones que ahora no es capaz de realizar el paciente.

R: El paciente no puede caminar y no tiene control sobre la vejiga o la función intestinal. Debido a la inhibición de las fibras simpáticas el paciente puede perder también el control del tono vascular y hacerse hipotenso

---

2. P: Fue necesario llevar a cabo una punción lumbar para obtener líquido cefalorraquídeo (LCR) en un neonato. Se insertó una aguja en el espacio intervertebral espinal L2/L3. Desafortunadamente el niño quedo parapléjico. ¿Por qué?

R: En el lactante la médula espinal se encuentra en un nivel inferior y puede alcanzar la tercera vértebra lumbar. Para evitar la lesión de la médula espinal se deben realizar las punciones lumbares más bajas.

---

3. P: Un paciente presentó una lesión específica del nervio L4 derecho y una protrusión discal en el nivel L3/L4. Explíquelo.

R: El disco está situado en la región paracentral dentro del canal vertebral y se encuentra, por tanto, comprimiendo directamente la raíz L4 descendente

---

4. P: Un paciente presenta una lesión de la raíz nerviosa L3 derecha y una protrusión discal en el nivel L3-L4. ¿Dónde se encuentra la protrusión discal?

R: El conocimiento de la anatomía de las raíces nerviosas es importante. La raíz L3 pasa por debajo del pedículo de L3 en el lado derecho. Pasa lateralmente alrededor del cuerpo vertebral para inervar sus estructuras correspondientes. Para que una protrusión discal en el nivel L3/L4 comprima directamente esta raíz, debe ser lateral hacia el agujero de conjunción, al contrario que el disco medial dentro del canal expuesto en la P:3 anterior.

---

5. P: Un paciente presenta una gran protrusión discal central en el nivel L4/L5, que le está ocasionando un déficit neurológico. Enumere los procedimientos quirúrgicos que pueden aliviar la presión dentro del canal raquídeo.

R: **Laminectomía bilateral:** el paciente es colocado en decúbito prono en el quirófano; se accede quirúrgicamente y se extirpan la lámina y la apófisis espinosa del nivel del disco; con ello se alivia el compromiso de las raíces nerviosas, pero también se reduce la estabilidad de la columna vertebral. **Discectomía:** los cirujanos han desarrollado actualmente técnicas en las que se extirpa una sola lámina y, utilizando finas sondas, se desplaza el saco dural y se extirpa el disco sin alterar la columna posterior. **Microdiscectomía:** utilizando un endoscopio fino y un pequeño orificio, no mayor que el tamaño de un lápiz, el cirujano gana acceso al canal vertebral y empuja su contenido hacia un lado; utilizando un láser u otras técnicas ablativas resulta posible extirpar el disco. **Discectomía química:** utilizando una aguja fina bajo control radiológico, se accede a la parte central del disco; es posible introducir fármacos en el disco que disuelven su contenido, que puede entonces ser fácilmente aspirado a través de una jeringa.

---

6. P: Un paciente fue sometido a la reparación de un aneurisma toracoabdominal (un aneurisma es la dilatación anómala de la aorta, que si se deja sin tratamiento continuará creciendo y se romperá, con el fallecimiento del paciente). Tras el procedimiento el paciente se despertó parapléjico. ¿Por qué?

R: Durante el procedimiento de reparación de un aneurisma toracoabdominal se clampa la longitud de la aorta. Se sutura un injerto de interposición y se restablece el flujo. No resulta posible aislar la arteria radicular magna, la cual irriga la porción inferior de la médula espinal. Desgraciadamente, algunas personas dependen de este vaso y su interrupción produce un infarto (muerte celular debida a falta de oxígeno) de la médula espinal, dando lugar a una paraplejía.

---

7. P: Un hombre de 70 años de edad con cáncer de próstata conocido y enfermedad ósea metastática acudió a un servicio de urgencias con retención urinaria (incapacidad para orinar) e incontinencia fecal. Aún más, se quejaba de alteración de la sensibilidad en las piernas y dificultad progresiva para caminar. ¿Dónde se encuentra la lesión?

R: Siempre resulta importante recordar que aunque los signos clínicos de afectación neurológica pueden ser específicos de raíz nerviosa, los pacientes presentan a menudo una historia vaga. Los síntomas clínicos también pueden ser vagos. En este caso, era completamente razonable sugerir que la lesión estaba afectando a la parte

inferior de la médula espinal en la región del cono medular. Una investigación más profunda se dirigió, por tanto, a la porción lumbar de la columna vertebral. Una RM localizada en el sector lumbar de la columna vertebral demostró una gran metástasis prostática en el nivel vertebral L1, comprimiendo el canal raquídeo. El paciente fue sometido a radioterapia, lo que redujo el tamaño de la lesión y produjo una mejoría de sus síntomas.

8. P: Un hombre de 70 años de edad presentó una lumbalgia aguda irradiada hacia ambos flancos y a su ingreso tenía baja la presión sanguínea. Una radiografía simple de la columna lumbar demostró normalidad vertebral y de discos intervertebrales. Se apreció en la radiografía lateral una tenue masa calcificada anterior a la columna vertebral, con un diámetro aproximado de 10 cm. La calcificación era predominantemente periférica. ¿Cuál es el diagnóstico?

R: El paciente presenta un aneurisma calcificado de la aorta abdominal. Dada la historia de dolor y la baja presión sanguínea, resulta probable que se haya roto hacia el espacio retroperitoneal. El paciente necesita cirugía urgente para salvarle la vida. Es importante recordar que no todas las causas de lumbalgia están directamente relacionadas con la columna vertebral.

9. P: Un paciente acudió con insensibilidad en el borde cubital del dedo anular y en el dedo pequeño. Se demostró atrofia de músculos pequeños de la mano con afectación de los grupos musculares específicos de la eminencia hipotenar. ¿Puede atribuir una raíz nerviosa para esto?

R: No. Estos hallazgos son típicos de la lesión del nervio cubital más que de una lesión radicular determinada. La exploración clínica del sistema nervioso requiere no sólo una comprensión de las funciones específicas de las raíces nerviosas, sino también de cómo estas raíces se combinan para formar nervios con funciones sensitivas y motoras individuales.

10. P: Un hombre de 25 años de edad se vio implicado en un accidente de tráfico grave del que resultó con una lesión cervical y del miembro superior derecho grave. A su ingreso en el servicio de urgencias, la exploración reveló una pérdida completa del tono, la fuerza y la sensibilidad de su miembro superior derecho. ¿Por qué no sufre este paciente una tetraplejía?

R: La tetraplejía es una parálisis completa de los miembros superiores e inferiores. Una parálisis localizada de un miembro superior sugiere que no ha existido lesión de la médula espinal. Los signos clínicos se deben a la lesión por avulsión de las raíces del plexo braquial, que han sido arrancadas durante la lesión del cuello y del miembro superior.

3 Tórax

Conceptos generales 102

Anatomía regional 115

Anatomía de superficie 200

Casos clínicos 209

Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

El **tórax** es un cilindro de forma irregular con una abertura superior estrecha (abertura torácica superior) y una abertura relativamente grande (abertura torácica inferior) (fig. 3.1). La abertura torácica superior está despejada y permite la continuidad con el cuello; la abertura torácica inferior está cerrada por el diafragma.

La pared musculoesquelética del tórax es flexible y está constituida por vértebras, costillas y músculos ordenados segmentariamente, y por el esternón.

La **cavidad torácica** rodeada por la pared del tórax y el diafragma está subdividida en tres compartimentos principales:

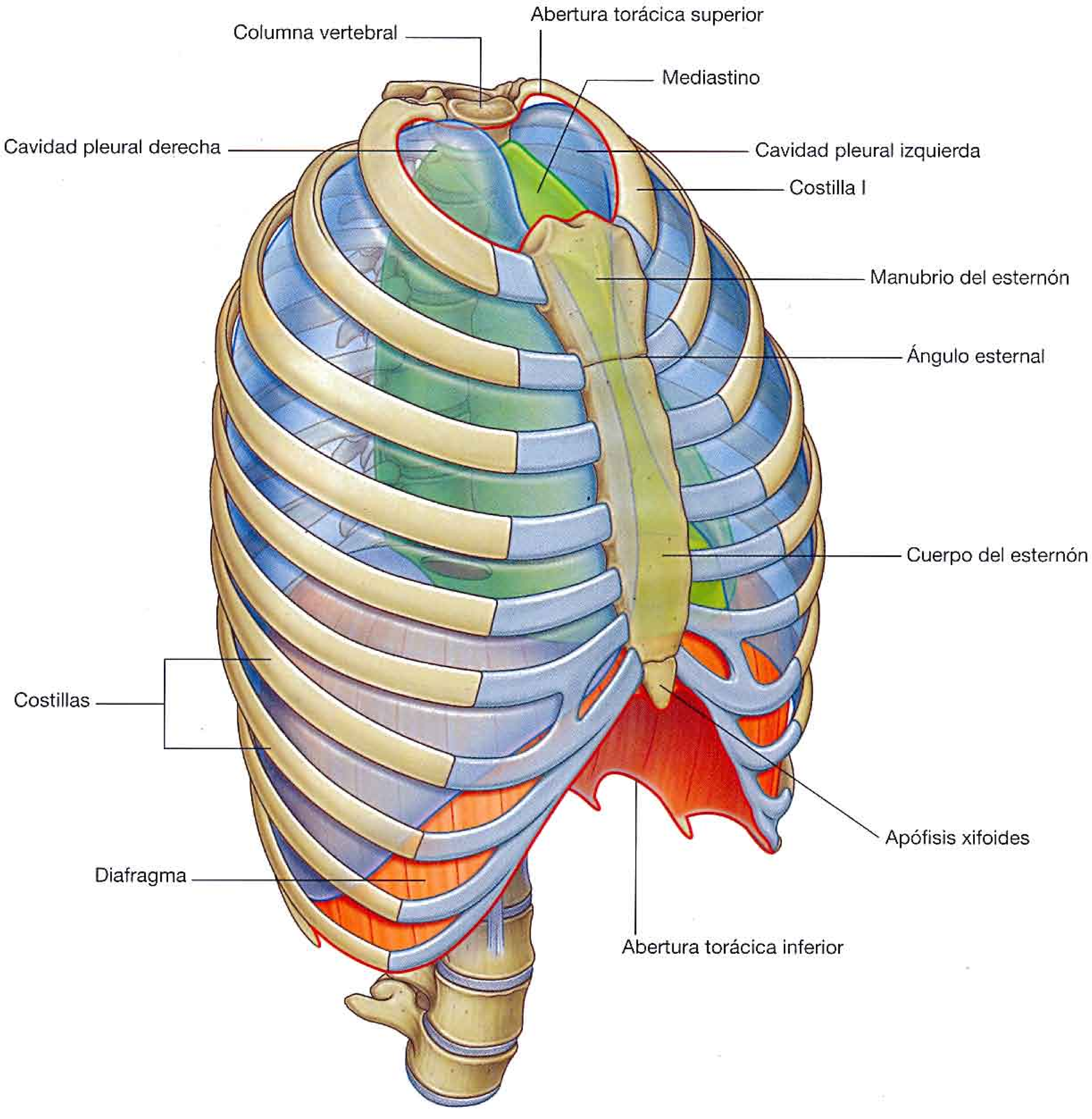


Fig. 3.1 Pared y cavidad torácica.

- Una cavidad pleural derecha y otra izquierda, cada una de las cuales contiene un pulmón.
- El mediastino.

El mediastino es un tabique grueso y flexible de partes blandas orientado en sentido longitudinal en posición mediosagital. Contiene el corazón, esófago, tráquea, nervios y grandes vasos sistémicos.

Las cavidades pleurales están completamente separadas entre sí por el mediastino. *Por tanto, las alteraciones en una cavidad pleural no necesariamente afectan a la otra. Esto también implica que se puede abordar quirúrgicamente el mediastino sin abrir las cavidades pleurales.*

Otra de las características importantes de las cavidades pleurales es que se pueden prolongar por encima del nivel de la primera costilla. El vértice de cada pulmón se extiende de hecho hasta la raíz del cuello. Como consecuencia de ello, la patología en la raíz del cuello puede afectar a la pleura y pulmón adyacentes, y las alteraciones en la pleura y pulmón próximos pueden afectar a la raíz del cuello.

FUNCIONES

Respiración

Una de las funciones más importantes del tórax es la respiración. El tórax no sólo contiene los pulmones sino que también proporciona la maquinaria necesaria, el diafragma, pared torácica y las costillas, para una movilización efectiva de aire hacia dentro y fuera de los pulmones.

Los movimientos hacia arriba y abajo del diafragma y los cambios en las dimensiones lateral y anterior de la pared torácica, producidos por los movimientos de las costillas, modifican el volumen de la cavidad torácica y son elementos fundamentales para la respiración.

Protección de órganos vitales

El tórax alberga y protege el corazón, pulmones y grandes vasos. Debido a la forma en cúpula del diafragma, la pared torácica también ofrece protección a algunas de las vísceras abdominales importantes.

La mayor parte del hígado queda por debajo de la cúpula diafragmática derecha y el estómago y el bazo bajo la izquierda. La parte posterior de los polos superiores de los riñones se apoyan en el diafragma y quedan por delante de la 12 costilla en el lado derecho y de las 11 y 12 costillas en el izquierdo.

Conducción

El mediastino funciona como un conducto para las estructuras que atraviesan completamente el tórax de una región de cuerpo a otra y para las estructuras que conectan los órganos del tórax con otras regiones del cuerpo.

El esófago, los nervios vagos y el conducto torácico atraviesan el mediastino en su recorrido entre el abdomen y el cuello.

Los nervios frénicos, que se originan en el cuello, también atraviesan el mediastino para penetrar e inervar al diafragma.

Otras estructuras tales como la tráquea, la aorta torácica, y la vena cava superior discurren en el interior del mediastino en su camino hacia y desde las vísceras principales del tórax.

COMPONENTES

Pared torácica

La **pared torácica** está constituida por elementos esqueléticos y musculares (fig. 3.1):

- Posteriormente, está constituida por doce vértebras torácicas y los discos intervertebrales que las separan.
- Lateralmente, la pared está constituida por las **costillas** (doce a cada lado) y tres capas de músculos planos, que cruzan los espacios intercostales entre las costillas adyacentes, mueven las costillas y proporcionan soporte a los espacios intercostales.
- Anteriormente, el **esternón**, que consta del manubrio del esternón, el cuerpo y la apófisis xifoides.

El manubrio del esternón se angula posteriormente sobre el cuerpo del esternón en la articulación manubrioesternal, formando el ángulo del esternón, que es una referencia superficial fundamental usada al realizar la exploración clínica del tórax.

El extremo anterior (distal) de cada costilla está compuesto de cartílago costal, que contribuye a la movilidad y elasticidad de la pared.

Todas las costillas se articulan posteriormente con las vértebras torácicas. La mayoría de las costillas (de la 2 a la 9) tienen tres articulaciones con la columna vertebral. La cabeza de cada costilla se articula con el cuerpo de su vértebra y con el de la vértebra superior (fig. 3.2). Cuando esta costilla se curva posteriormente también se articula con la apófisis transversa de su vértebra.

Anteriormente, los cartílagos costales de las costillas I a 7 se articulan con el esternón.

Los cartílagos costales de las costillas 8 a 10 se articulan con el margen inferior de los cartílagos costales que quedan por encima. Las costillas 11 y 12 se denominan costillas flotantes debido a que no se articulan con otras costillas, cartílagos costales o con el esternón. Sus cartílagos costales son pequeños y sólo cubren sus extremos.

El andamiaje esquelético de la pared torácica proporciona numerosas zonas de inserción para la musculatura del cuello, abdomen, espalda y miembros superiores.

Muchos de estos músculos se insertan en las costillas y funcionan como musculatura respiratoria accesoria; algunos de ellos también estabilizan la posición de la primera y últimas costillas.

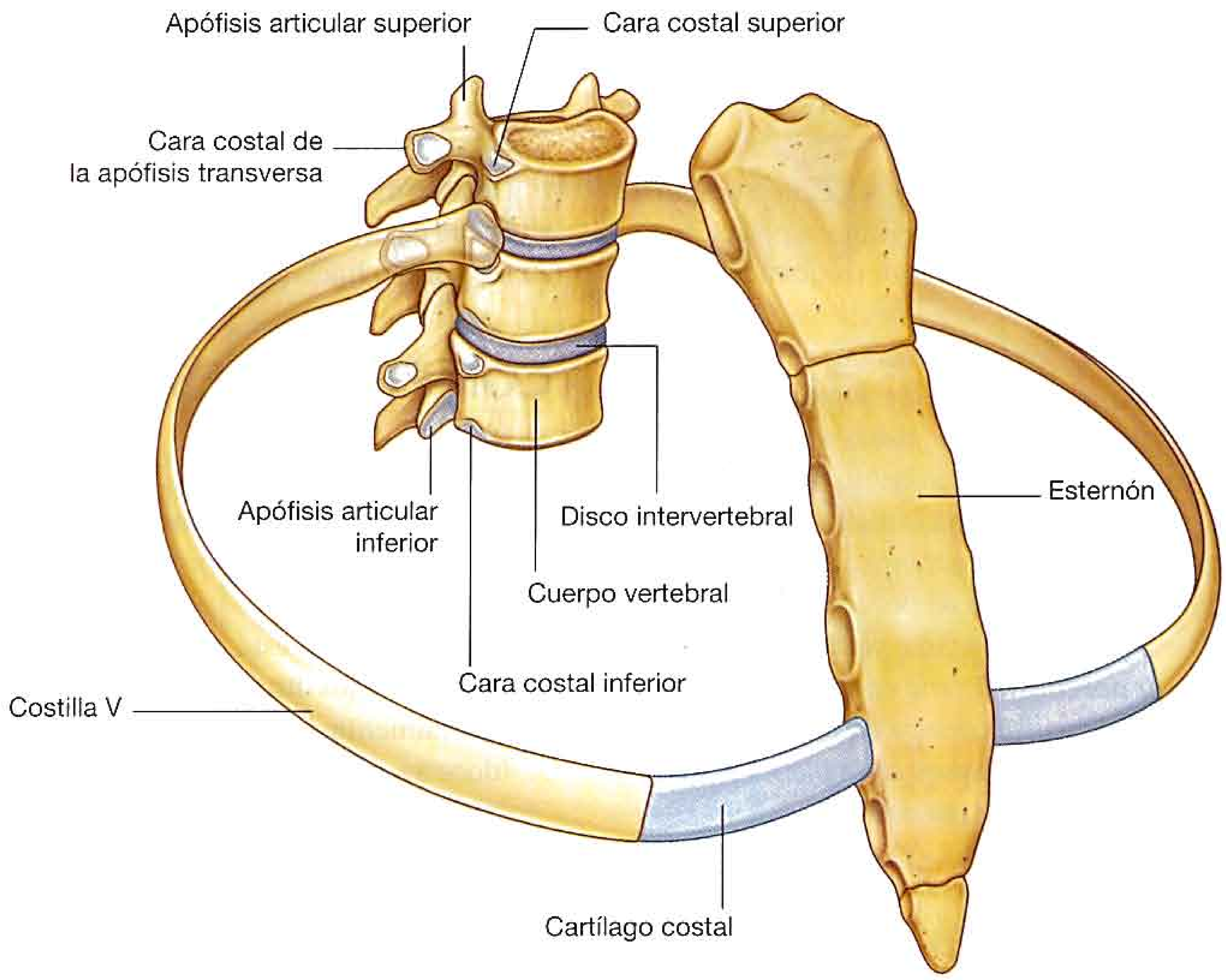


Fig. 3.2 Articulaciones entre las costillas y las vértebras.

Abertura torácica superior

La **abertura torácica superior**, rodeada completamente por elementos óseos, está constituida por el cuerpo de la vértebra T1 posteriormente: el margen medial de la primera costilla a cada lado, y el manubrio anteriormente.

El margen superior del manubrio se encuentra aproximadamente en el mismo plano horizontal que el disco intervertebral entre las vértebras T2 y T3.

Las primeras costillas se encuentran inclinadas hacia abajo desde su articulación posterior con al vértebra T1 hasta su sujeción anterior en el manubrio. Como consecuencia de ello el plano de la abertura torácica superior se encuentra en ángulo oblicuo, y se orienta algo anteriormente.

En la abertura torácica superior, la parte superior de las cavidades pleurales que rodean a los pulmones, quedan a cada lado de la entrada al mediastino (fig. 3.3).

La estructuras que van desde los miembros superiores al tórax pasan sobre la primera costilla y la parte superior de la cavidad pleural cuando entran y salen del mediastino. Las estructuras que pasan entre el cuello, la cabeza y el tórax llevan una dirección más vertical a través de la abertura torácica superior.

Abertura torácica inferior

La **abertura torácica inferior** es grande y expansible. Sus márgenes están constituidos por hueso, cartílago y ligamentos (fig. 3.4A). La abertura torácica inferior está cerrada por el diafragma, las estructuras que pasan entre el tórax y el abdomen lo atraviesan o pasan posteriormente al mismo.

Los elementos esqueléticos de la abertura torácica inferior son:

- El cuerpo de la vértebra T12 posteriormente.
- La costilla 12 y el extremo distal de la 11 costilla posterolateralmente.
- Los extremos cartilaginosos distales de las costillas 7 a 10, que se unen para formar el margen costal anterolateralmente.
- La apófisis xifoides anteriormente.

La articulación entre el borde costal y el esternón queda más o menos en el mismo plano horizontal que el disco intervertebral entre las vértebras T9 y T10. En otras palabras, el margen posterior de la abertura torácica inferior es inferior al margen anterior.

En una visión anterior, la abertura torácica inferior está inclinada superiormente.

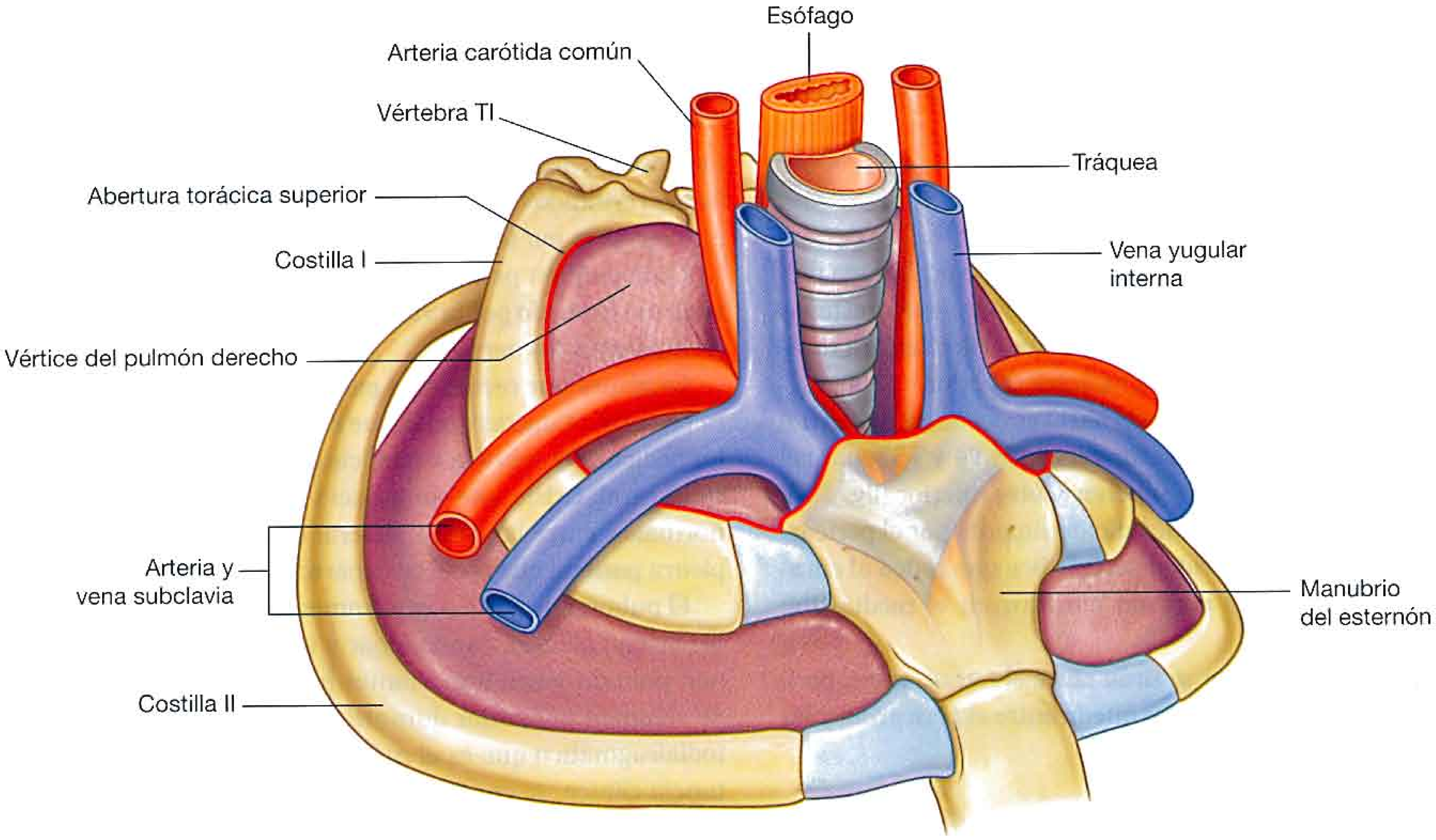


Fig. 3.3 Abertura torácica superior.

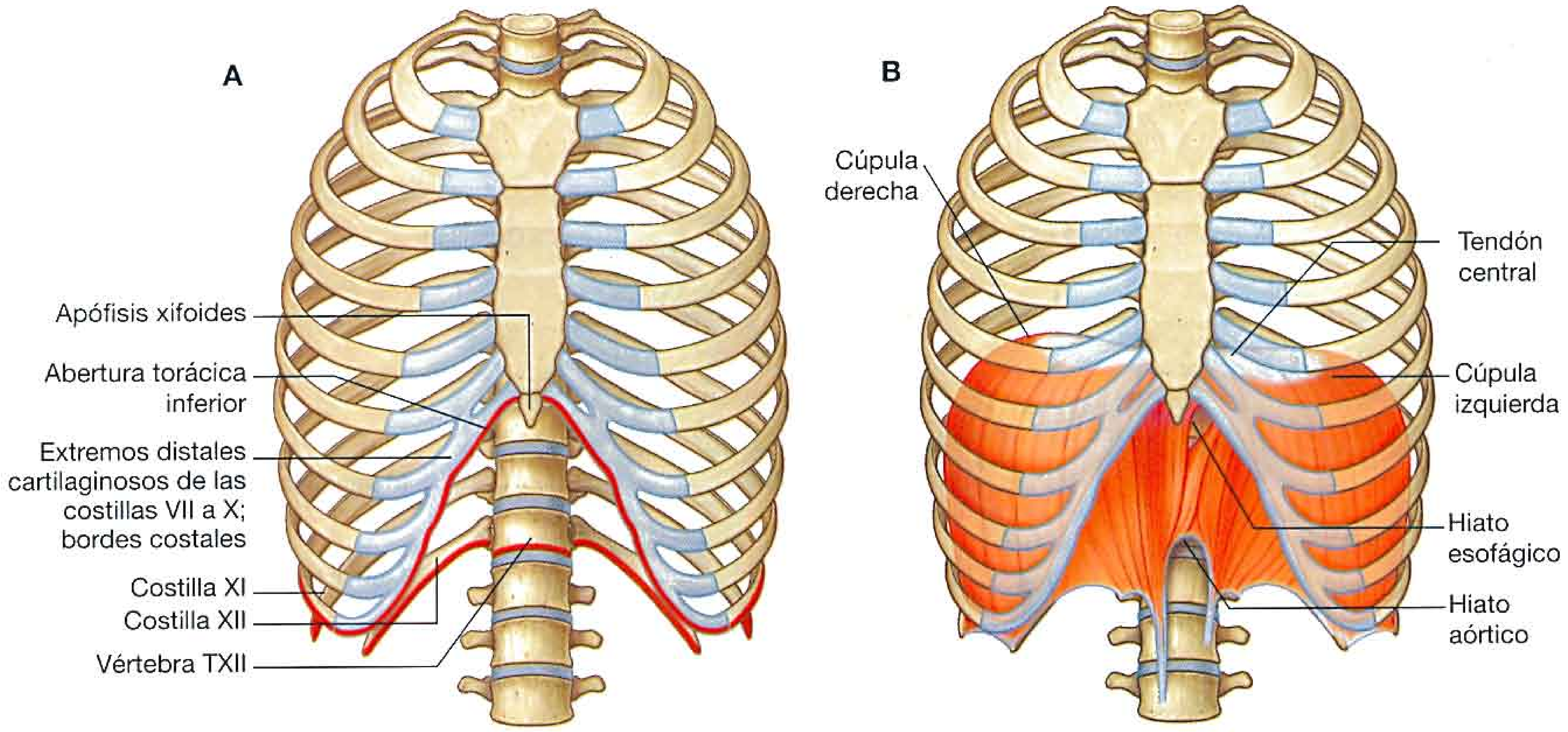


Fig. 3.4 **A.** Abertura torácica inferior. **B.** Diafragma.

Diafragma

El **diafragma** musculotendinoso sella la abertura torácica inferior (fig. 3.4B)

Generalmente, las fibras musculares del diafragma se disponen radialmente, desde los bordes de la abertura torácica inferior y convergen en un gran tendón central.

Debido a la posición oblicua de la abertura torácica inferior, la inserción posterior del diafragma es inferior a la inserción anterior.

El diafragma no es plano; por el contrario, se abomba superiormente, tanto en el lado derecho como en el izquierdo, para formar las cúpulas. La cúpula derecha es más alta que la izquierda, alcanzando incluso la costilla 5.

Cuando el diafragma se contrae, la altura de las cúpulas disminuye y el volumen del tórax aumenta.

El esófago y la vena cava inferior atraviesan el diafragma; la aorta pasa posterior al diafragma.

Mediastino

El **mediastino** es un grueso tabique divisorio en la línea media que se extiende desde el esternón anteriormente hasta las vértebras torácicas posteriormente, y desde la abertura torácica superior hasta la abertura torácica superior.

Un plano horizontal que pasa a través del ángulo esternal y el disco intervertebral entre las vértebras T4 y T5 separa el mediastino en una porción superior y otra inferior (fig. 3.5). La parte inferior se subdivide adicionalmente por el pericardio, que encierra a la cavidad pericárdica que rodea al corazón. El pericardio y el corazón constituyen el mediastino medio.

El mediastino anterior se sitúa entre el esternón y el pericardio; el mediastino posterior queda entre el pericardio y las vértebras torácicas.

Cavidades pleurales

Las dos cavidades pleurales están situadas a ambos lados del mediastino (fig. 3.6).

Cada una de las **cavidades pleurales** está completamente cubierta por una membrana mesotelial denominada pleura.

Durante el desarrollo, los pulmones crecen a partir del mediastino, quedando rodeados por las cavidades pleurales. Como resultado de ello la superficie exterior de cada órgano está cubierta por la pleura.

Cada pulmón permanece conectado al mediastino por un pedículo formado por la vía aérea, los vasos pulmonares, tejido linfático y los nervios.

La pleura que recubre las paredes de la cavidad es la pleura parietal, mientras que la que se refleja en el mediastino en los pedículos y sobre la superficie de los pulmones es la pleura visceral. Existe sólo un espacio potencial, en condiciones normales, entre la pleura visceral que cubre el pulmón y la pleura parietal que recubre la pared de la cavidad torácica.

El pulmón no llena completamente el espacio potencial de la cavidad pleural, dando lugar a los recesos, que no contienen pulmón y son importantes para acomodar los cambios de volumen pulmonar durante la respiración. El receso costodiafragmático que es el más grande y el de mayor importancia clínica, se encuentra inferiormente entre la pared torácica y el diafragma.

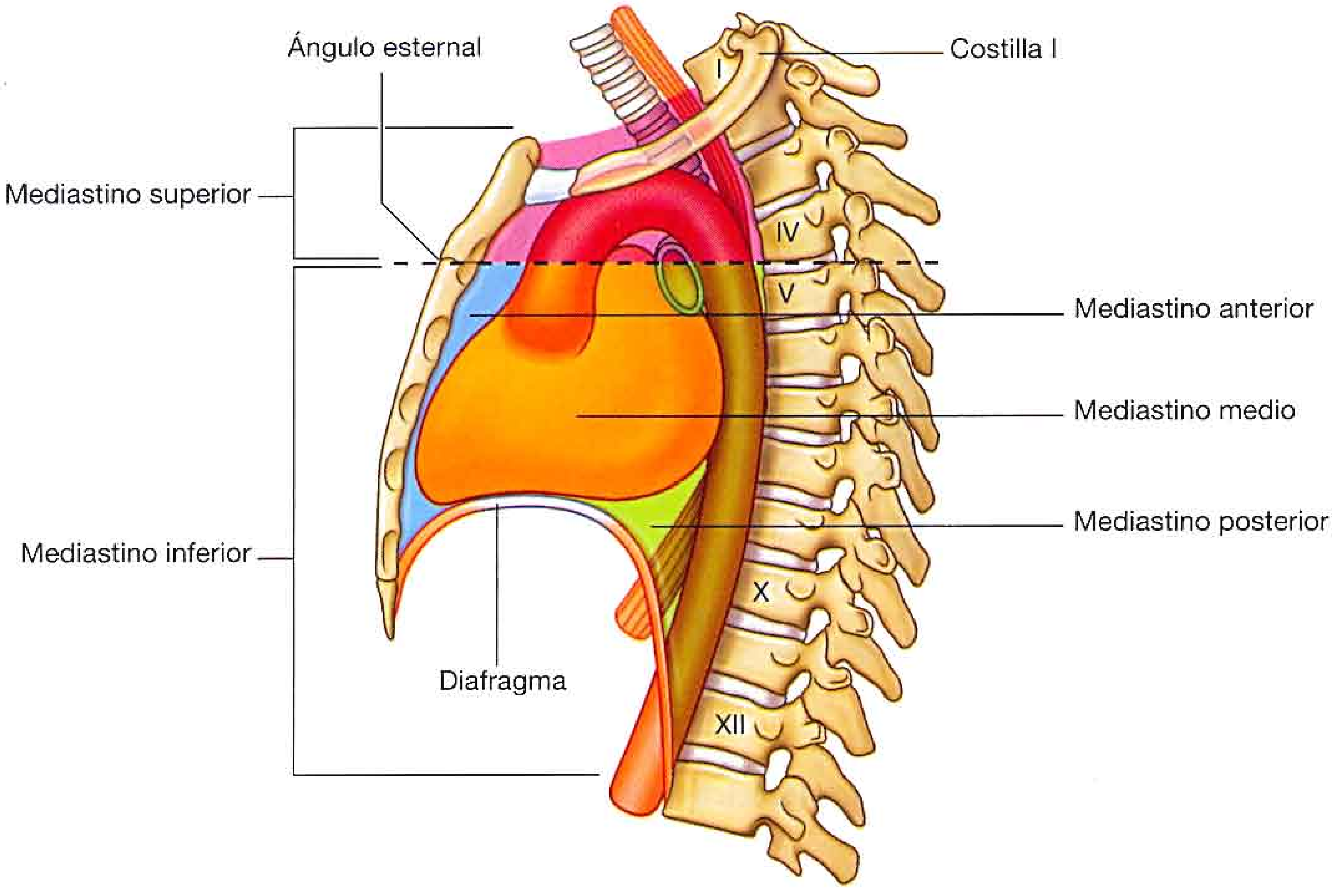


Fig. 3.5 Subdivisiones del mediastino.

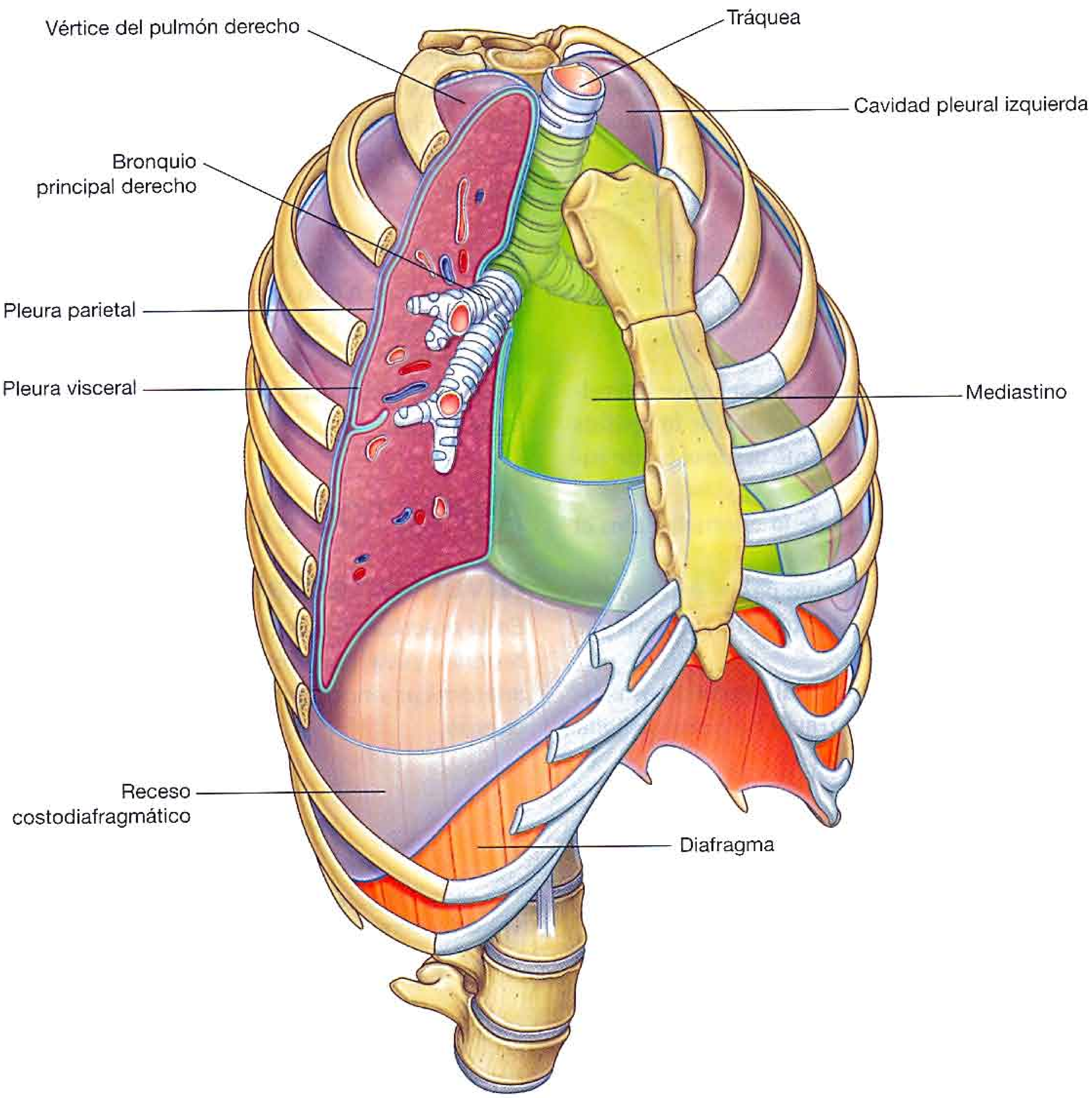


Fig. 3.6 Cavidades pleurales.

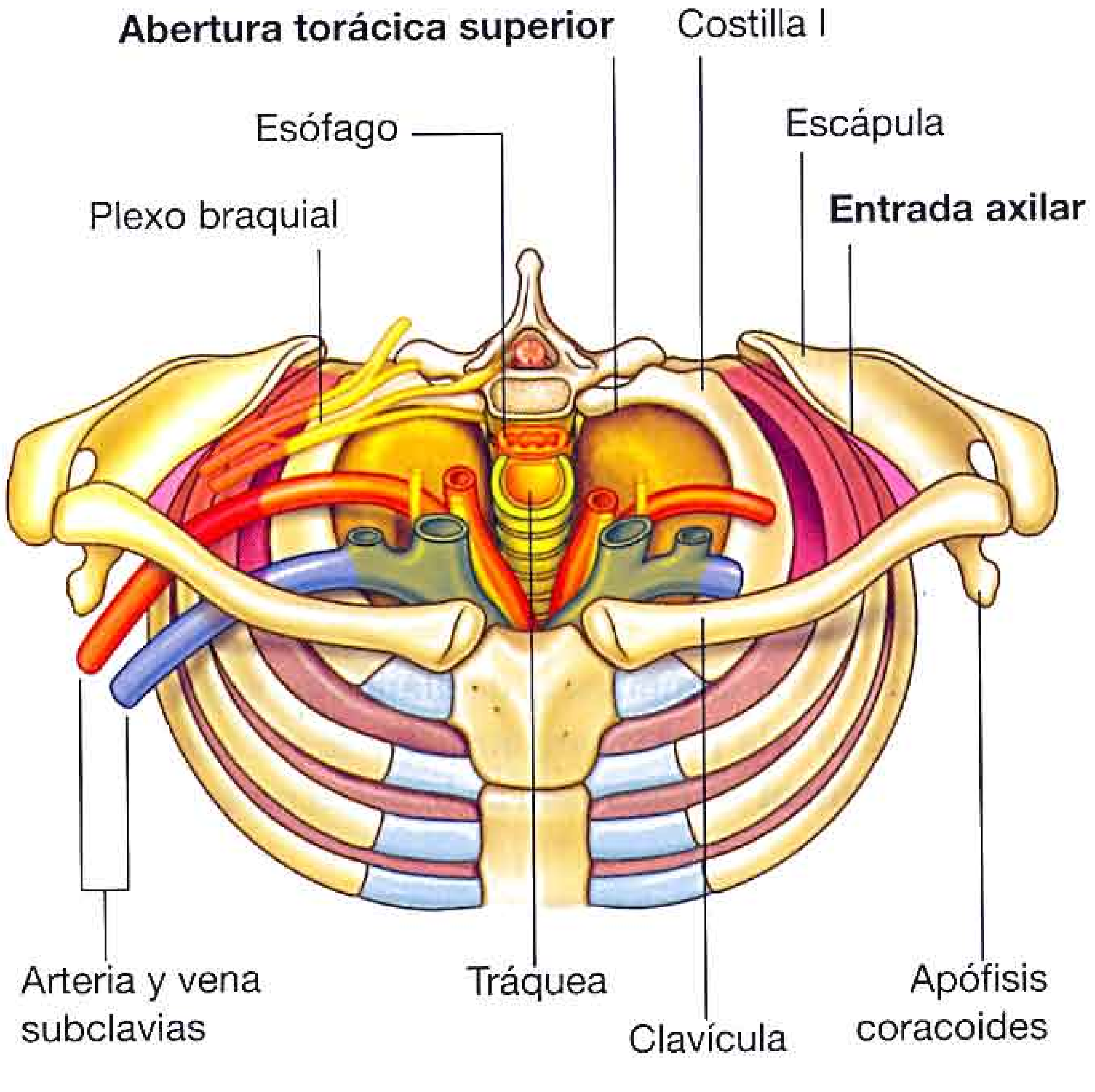


Fig. 3.7 Abertura torácica superior y encrucijada axilar.

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Cuello

La abertura torácica superior se comunica directamente con la raíz del cuello (fig. 3.7).

La parte superior de cada cavidad pleural se extiende aproximadamente 2-3 cm por encima de la costilla 1 y su cartílago costal hacia el cuello. Entre estas prolongaciones pleurales discurren importantes estructuras viscerales entre el cuello y el mediastino superior. En la línea media, la tráquea se sitúa inmediatamente anterior al esófago. Los vasos sanguíneos principales y los nervios entran y salen del tórax en la abertura torácica superior anterior y lateralmente a estas estructuras.

Miembro superior

La **encrucijada axilar,** o entrada al miembro superior, queda a cada lado de la abertura torácica superior. Las dos encrucijadas axilares y la abertura torácica superior se comunican superiormente con la raíz del cuello (fig. 3.7).

Cada encrucijada axilar está constituida por:

- El margen superior de la escápula posteriormente.
- La clavícula anteriormente.
- El margen lateral de la costilla 1 medialmente.

El vértice de cada encrucijada triangular se dirige lateralmente y está constituido por el margen medial de la apófisis coracoides, que se proyecta anteriormente desde el borde superior de la escápula.

La base de la abertura triangular de la encrucijada es el borde lateral de la costilla 1.

Los vasos sanguíneos principales que pasan entre la encrucijada axilar y la abertura torácica superior lo hacen por encima de la costilla 1.

La porción proximal del plexo braquial también pasa entre el cuello y el miembro superior a través de la encrucijada axilar.

Abdomen

El diafragma separa el tórax del abdomen. Las estructuras que pasan entre el tórax y el abdomen o bien atraviesan el diafragma o pasan posteriormente a él (fig. 3.8):

- La vena cava inferior atraviesa el **tendón central del diafragma** para entrar en el lado derecho del mediastino cerca del nivel de la vértebra T8.
- El esófago atraviesa la parte muscular del diafragma para dejar el mediastino y entrar en el abdomen justo a la izquierda de la línea media a nivel de la vértebra T10.
- La aorta pasa posteriormente al diafragma en la línea media a nivel de la vértebra T12.
- Muchas otras estructuras que discurren entre tórax y abdomen atraviesan o bien pasan posteriores al diafragma.

La mama

Las mamas están compuestas de glándulas secretoras, fascia superficial y la piel suprayacente y se encuentran en la **región pectoral** en cada lado de la pared torácica anterior (fig. 3.9).

Ramas de las arterias y venas torácicas internas perforan la pared torácica anterior a cada lado del esternón para irrigar la zona anterior de la caja torácica. Las ramas especialmente de los segundo a cuarto espacio intercostales, también irrigan la zona anteromedial de cada mama.

Los vasos linfáticos de la zona medial de la mama acompañan a las arterias perforantes y drenan en los ganglios paraesternales en la superficie profunda de la pared torácica:

- Los vasos y linfáticos asociados a la zona lateral de la mama nacen de o drenan en la **región axilar** del miembro superior.
- Las ramas lateral y anterior de los cuarto a sexto nervios intercostales llevan la sensibilidad de la piel de la mama.

ASPECTOS CLAVE

Nivel vertebral T4/5

En la práctica clínica los médicos emplean los niveles vertebrales para determinar la posición de las estructuras anatómicas importantes en cada una de las regiones del cuerpo.

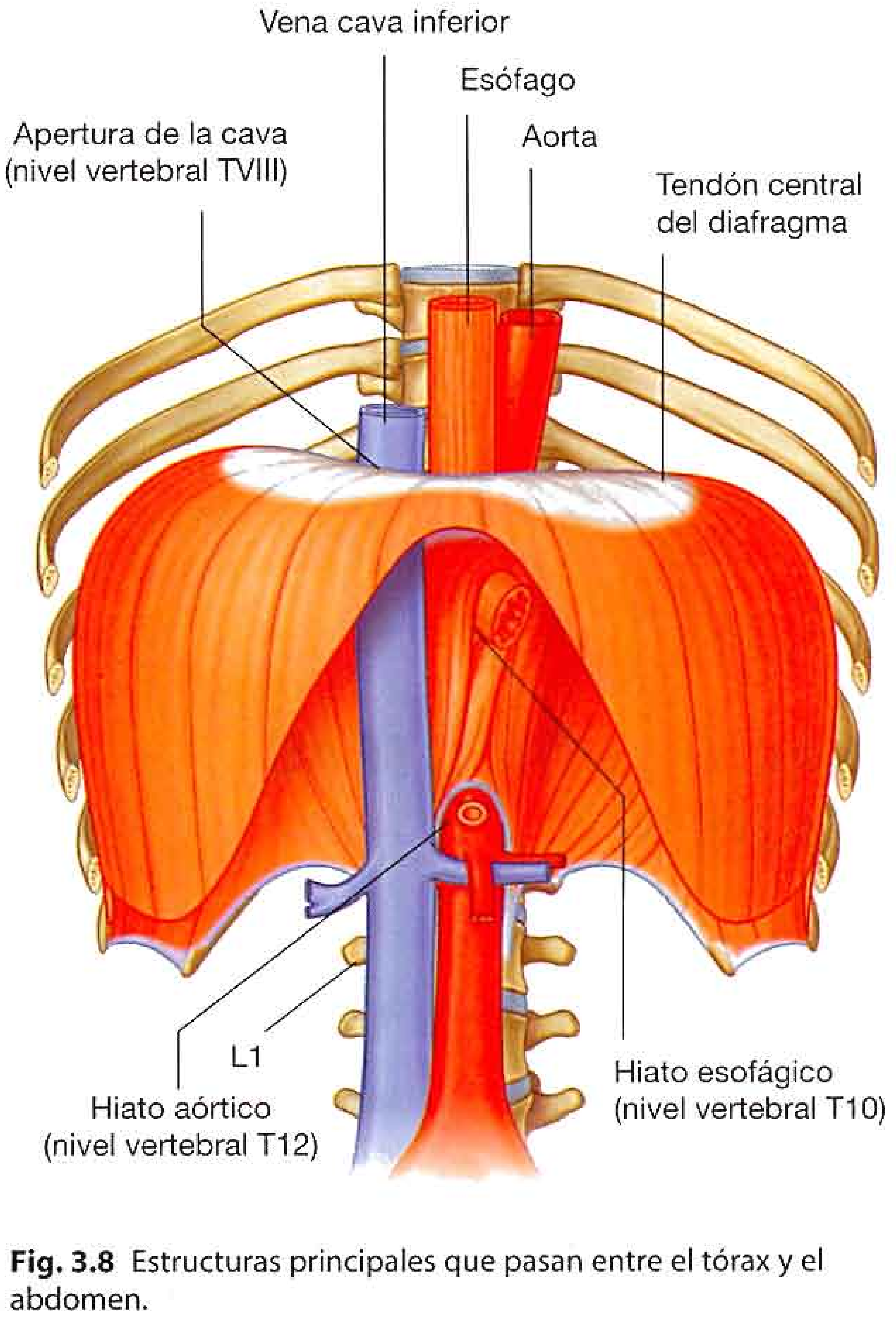


Fig. 3.8 Estructuras principales que pasan entre el tórax y el abdomen.

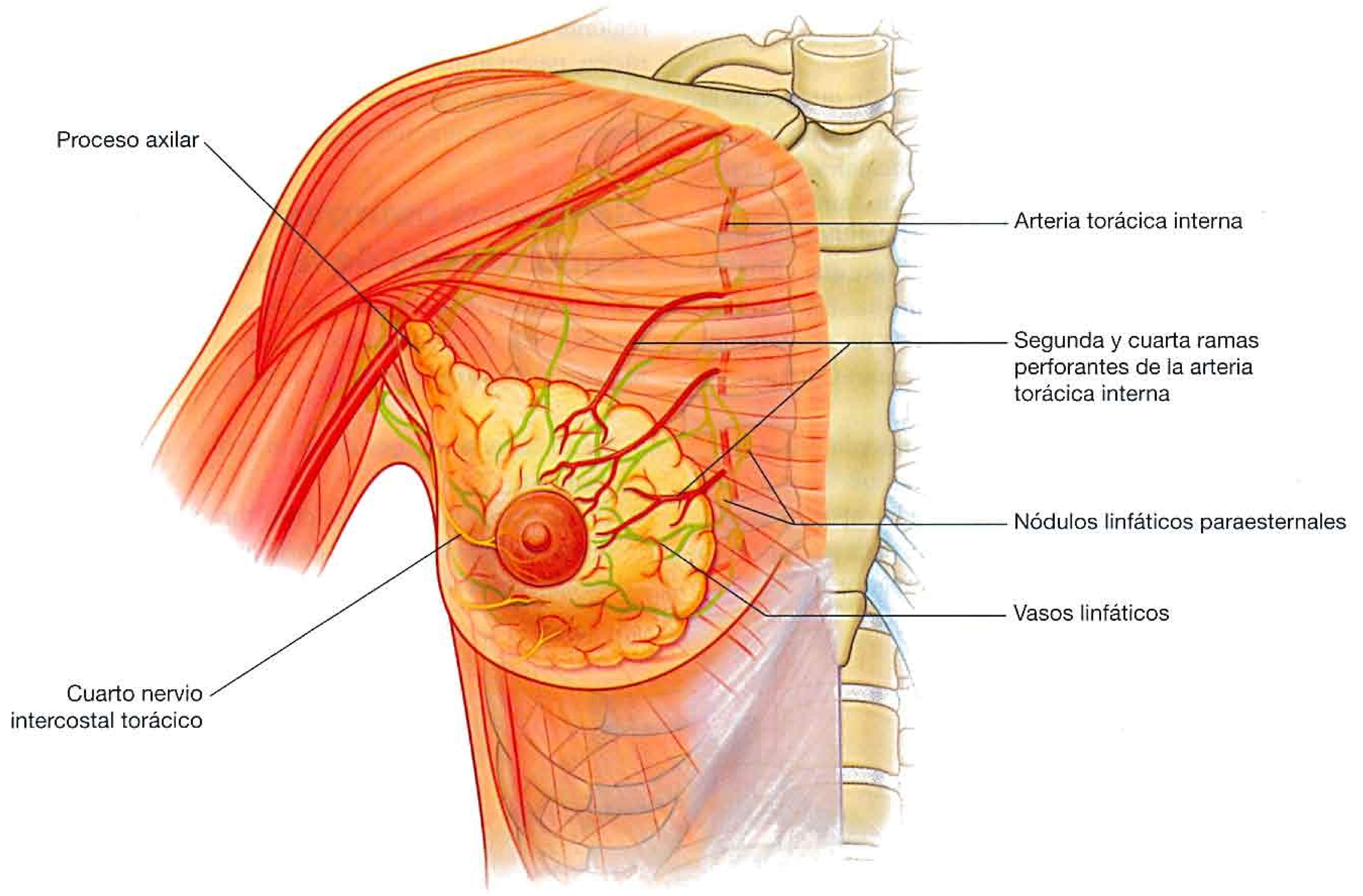


Fig. 3.9 Mama derecha.

El plano horizontal que pasa a través del disco que separa las vértebras torácicas T4 y T5 es uno de los planos más significativos del cuerpo (fig. 3.10) debido a que:

- Atraviesa el ángulo del esternón anteriormente, marcando la posición de la articulación anterior del cartílago costal de la costilla 2 con el esternón. *El ángulo del esternón se emplea para encontrar la posición de la costilla 2 como referencia para contar las costillas (debido a la superposición de la clavícula, la costilla 1 no es palpable).*
- Separa el mediastino superior del mediastino inferior y marca la posición de límite superior del pericardio.
- Marca el comienzo y el fin del cayado aórtico.
- Pasa a través del punto en que la vena cava superior penetra en el pericardio para llegar al corazón.
- Es el nivel en el que la tráquea se bifurca en los bronquios principales derecho e izquierdo.
- Marca el límite superior del tronco pulmonar.

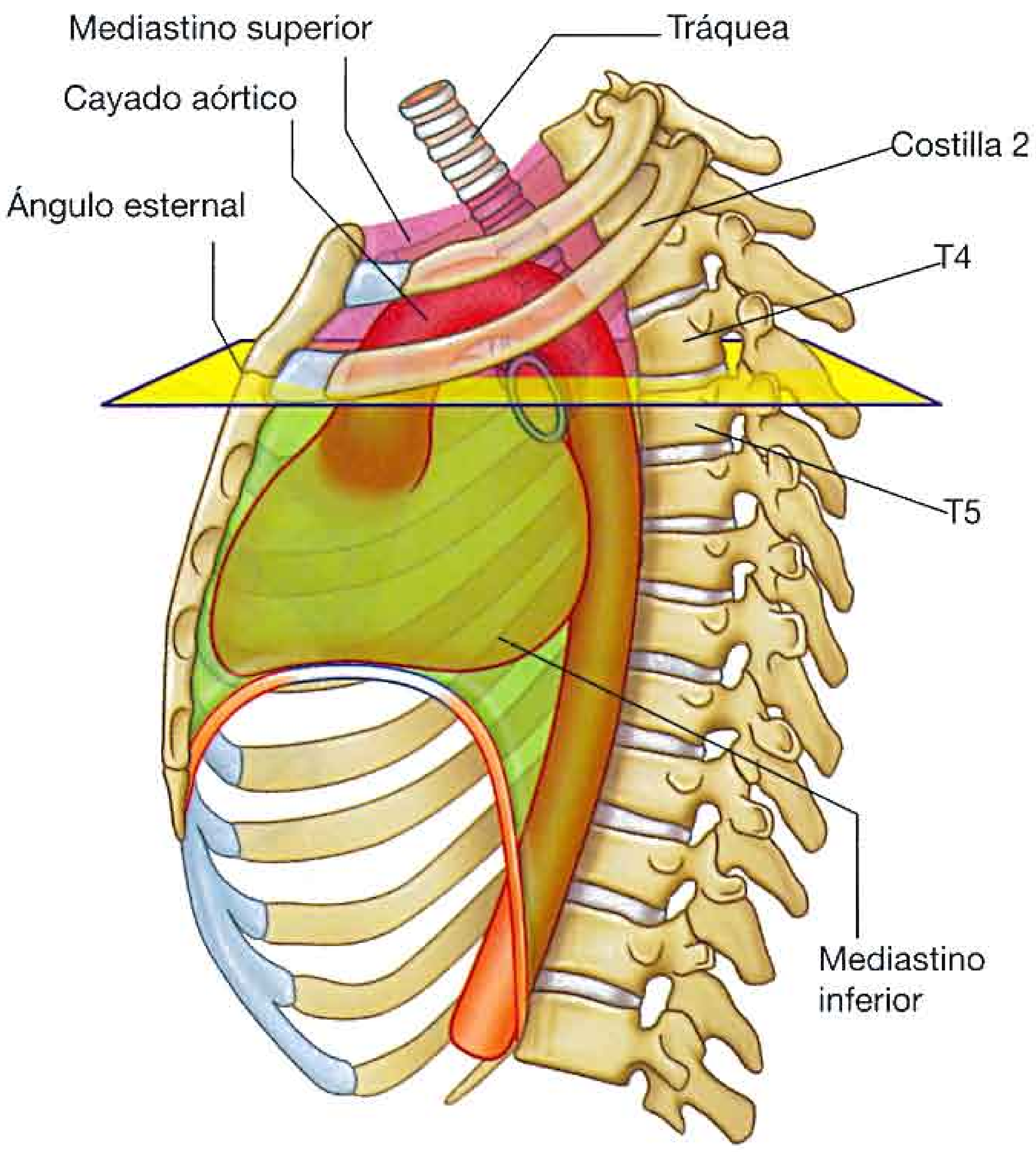


Fig. 3.10 Nivel vertebral T4/5.

Circuitos venosos de izquierda a derecha

La **aurícula derecha** es la cámara del corazón que recibe la sangre desoxigenada que retorna del cuerpo. Queda a la derecha de la línea media y las dos venas principales, las venas cavas superior e inferior, que drenan en ella, también están situadas en el lado derecho del cuerpo. Esto significa que para pasar al lado derecho del cuerpo, toda la sangre que viene del lado izquierdo tiene que cruzar la línea media. Este circuito de izquierda a derecha se realiza a través de un número importante de venas, en ocasiones de gran tamaño, algunas de las cuales se localizan en el tórax (fig. 3.11).

En adultos, la vena braquiocefálica izquierda cruza la línea media inmediatamente posterior al manubrio esternal y transporta la sangre del lado izquierdo de la cabeza y cuello, del miembro superior izquierdo y de parte del lado izquierdo de la pared torácica, hacia la vena cava superior.

Las venas hemiácigos y hemiácigos accesoria drenan las regiones posterior y lateral de la parte izquierda de la caja torácica, pasan inmediatamente anteriores a los cuerpos de las vértebras torácicas y desembocan en la vena ácigos en el lado derecho, que finalmente conecta con la vena cava superior.

Elementos neurovasculares segmentarios de la pared torácica

La disposición de los vasos y nervios de la pared torácica son un reflejo de la organización segmentaria de la misma. Las arterias de la pared tienen dos orígenes:

- La aorta torácica, que se encuentra en el mediastino posterior.
- De un par de vasos, las arterias torácicas internas que discurren a lo largo de la parte profunda de la pared torácica anterior a cada lado del esternón.

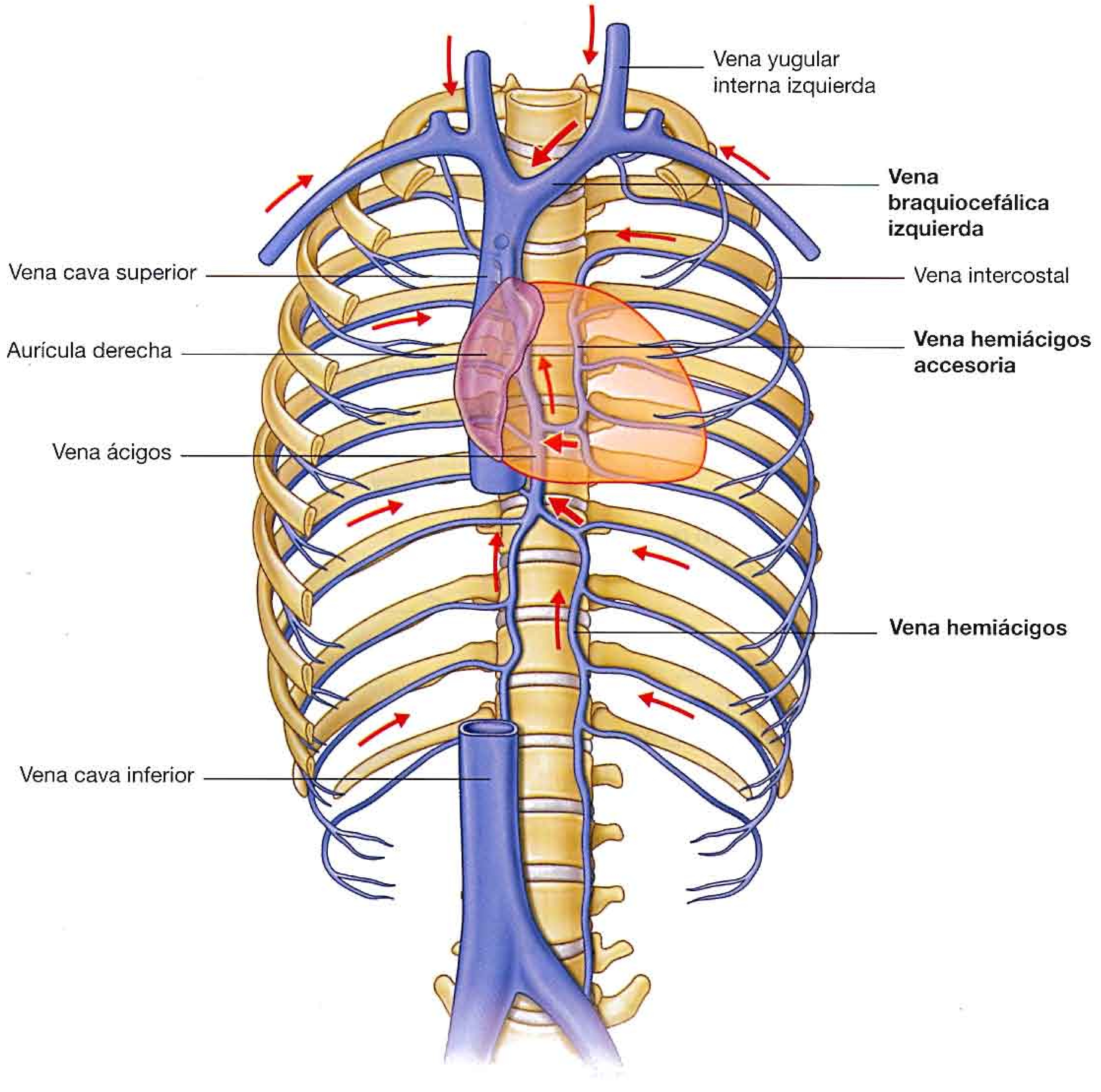


Fig. 3.11 Circuitos venosos de izquierda a derecha.

Los vasos intercostales posteriores y anteriores se ramifican segmentariamente a partir de estas arterias y discurren lateralmente rodeando la pared, a lo largo fundamentalmente del margen inferior de cada costilla (fig. 3.12A). Junto a estos vasos discurren los nervios intercostales (los ramos anteriores de los nervios espinales torácicos), que inervan la pared, la pleura parietal adyacente y la piel asociada. *La posición de estos nervios y vasos en relación a las costillas debe ser tenida en cuenta cuando se introducen objetos, como tubos de tórax, a través de la pared torácica.*

Los dermatómeros del tórax generalmente reflejan la organización segmentaria de los nervios espinales torácicos (fig. 3.12B).

La excepción se produce anterior y superiormente, en el primer dermatoma torácico, que se localiza fundamentalmente en el miembro superior y no en el tronco.

La zona anterosuperior del tronco recibe aportaciones de la rama anterior de C4 a través de las ramas supraclaviculares del plexo cervical.

El dermatoma torácico más alto en la pared anterior del tórax es T2, que también se extiende hacia el miembro superior. En la línea media, la piel sobre la apófisis xifoides está inervada por T6.

Los dermatomas de T7 a T12 siguen el contorno de las costillas hacia la pared anterior del abdomen (fig. 3.12C).

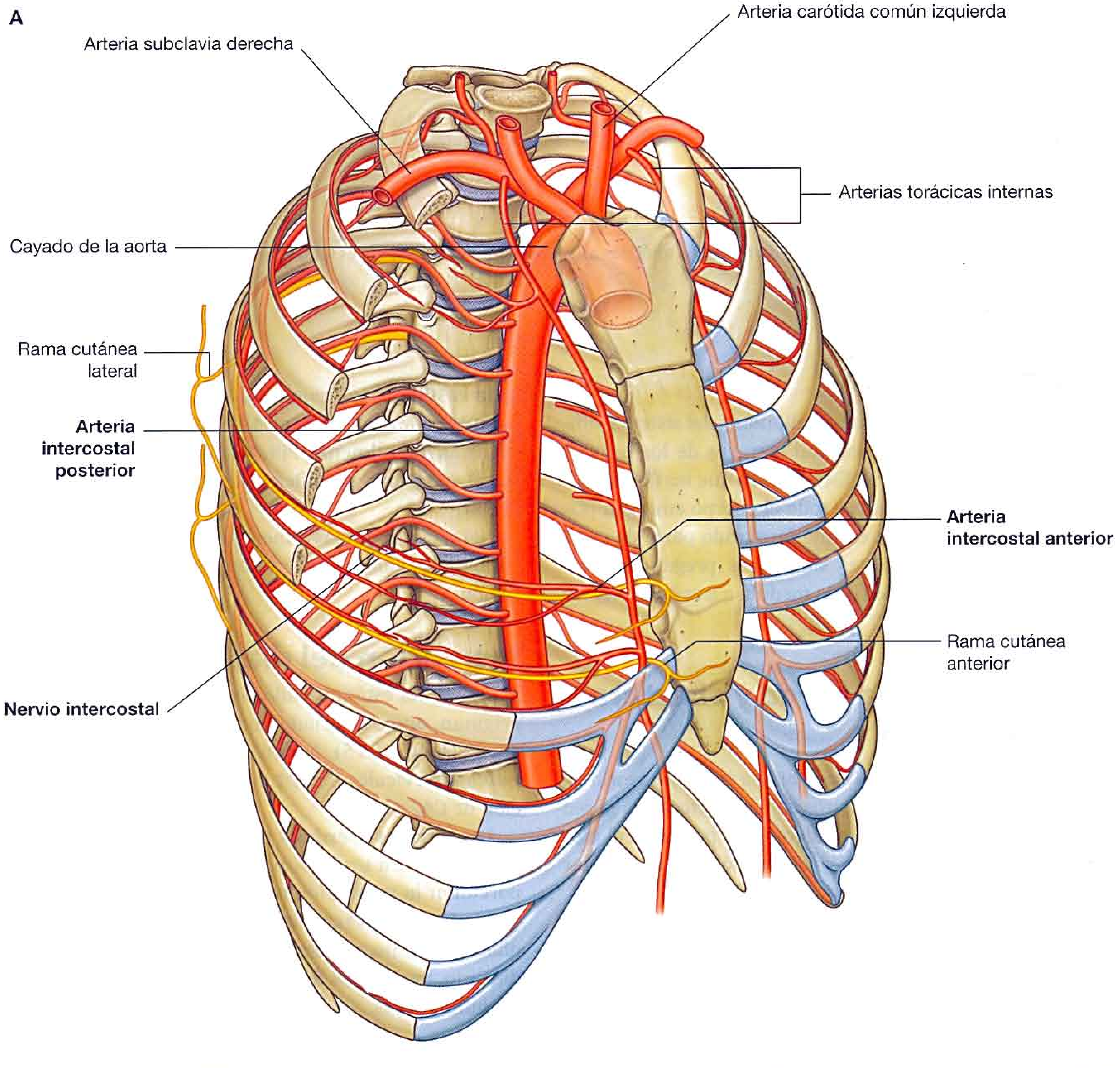


Fig. 3.12 A. Distribución neurovascular segmentaria de la pared torácica.

Continúa

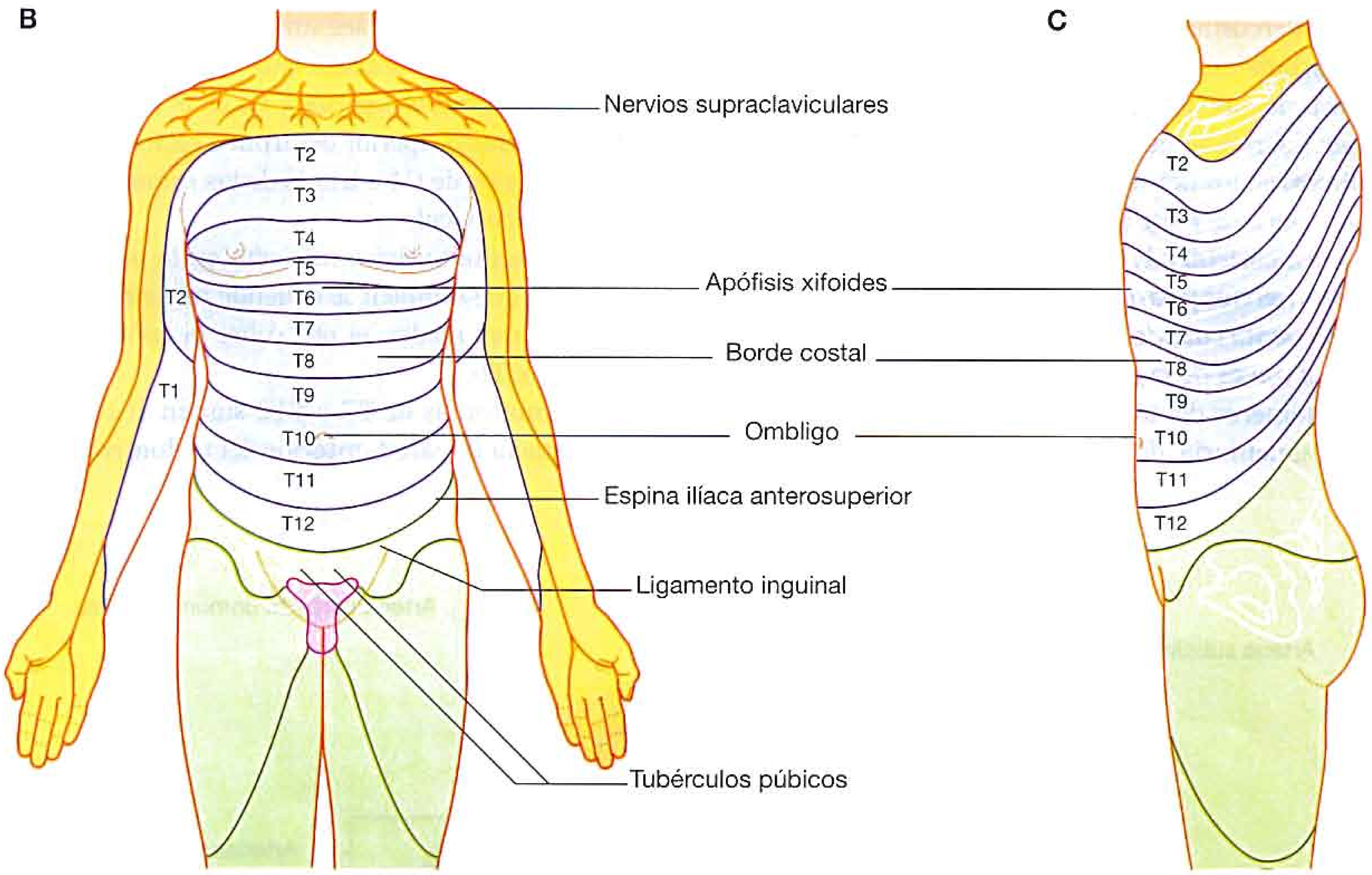


Fig. 3.12 ***(cont.)*** **B.** Visión anterior de los dermatomas torácicos asociados a los nervios espinales torácicos. **C.** Visión lateral de los dermatomas asociados a los nervios espinales torácicos.

Sistema simpático

Todas las fibras nerviosas preganglionares del sistema simpático salen de la medula espinal a través de los nervios espinales T1 a L2 (fig. 3.13). Esto implica que las fibras simpáticas que se encuentran por todo el cuerpo emergen primariamente de la médula espinal formando parte de estos nervios espinales. Las fibras simpáticas preganglionares destinadas a la cabeza salen de la médula a través del nervio espinal T1.

Flexibilidad de la pared y abertura torácica inferior

La pared torácica es expansible debido a que la mayoría de las costillas se articulan con otros componentes de la pared a través de articulaciones verdaderas que permiten el movimiento y debido a la forma y orientación de las costillas (fig. 3.14).

La unión posterior de cada costilla es superior a su unión anterior. Por tanto, cuando la costilla se eleva, desplaza la caja torácica anteriormente en relación a la pared posterior que se encuentra fija. Además, la parte media de cada costilla es inferior a sus dos extremos, de forma que cuando esta zona de la costilla se eleva, expande la pared del tórax lateralmente. Finalmente, debido a que el diafragma es muscular, modifica el volumen del tórax en sentido vertical.

Los cambios en las dimensiones anterior, lateral y vertical de la cavidad torácica son importantes para la respiración.

Inervación del diafragma

El diafragma está inervado por dos nervios frénicos que se originan, uno a cada lado, como ramas del plexo cervical en el cuello (fig. 3.15). Nacen de los ramos anteriores de los nervios cervicales C3, C4 y C5, siendo la mayor contribución de C4.

Los **nervios frénicos** atraviesan verticalmente el cuello, la abertura torácica superior y el mediastino para proporcionar la inervación motora a todo el diafragma, incluyendo los pilares (extensiones musculares que insertan el diafragma a las vértebras lumbares superiores). En el mediastino, los nervios frénicos pasan anteriores a los pedículos pulmonares.

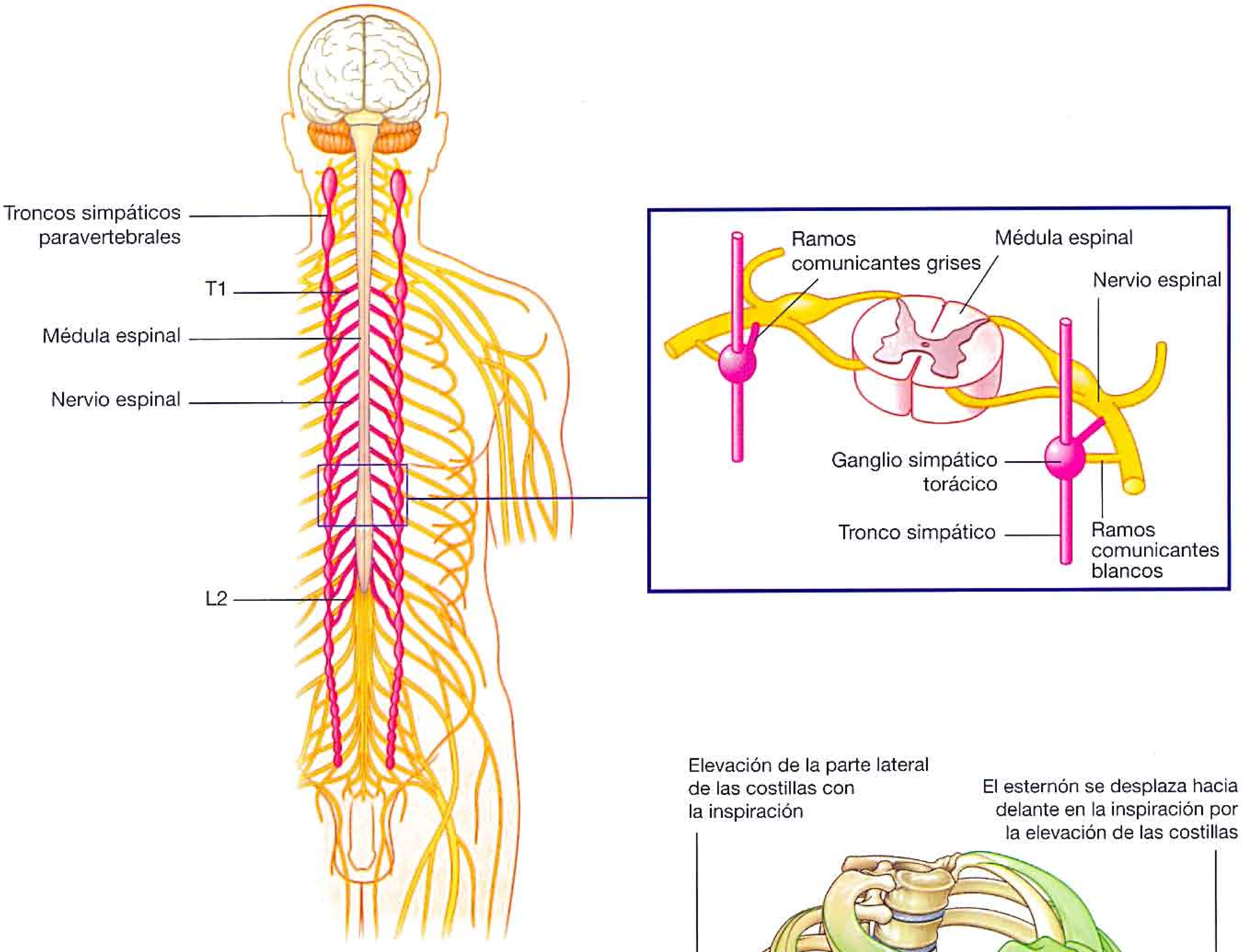


Fig. 3.13 Troncos simpáticos.

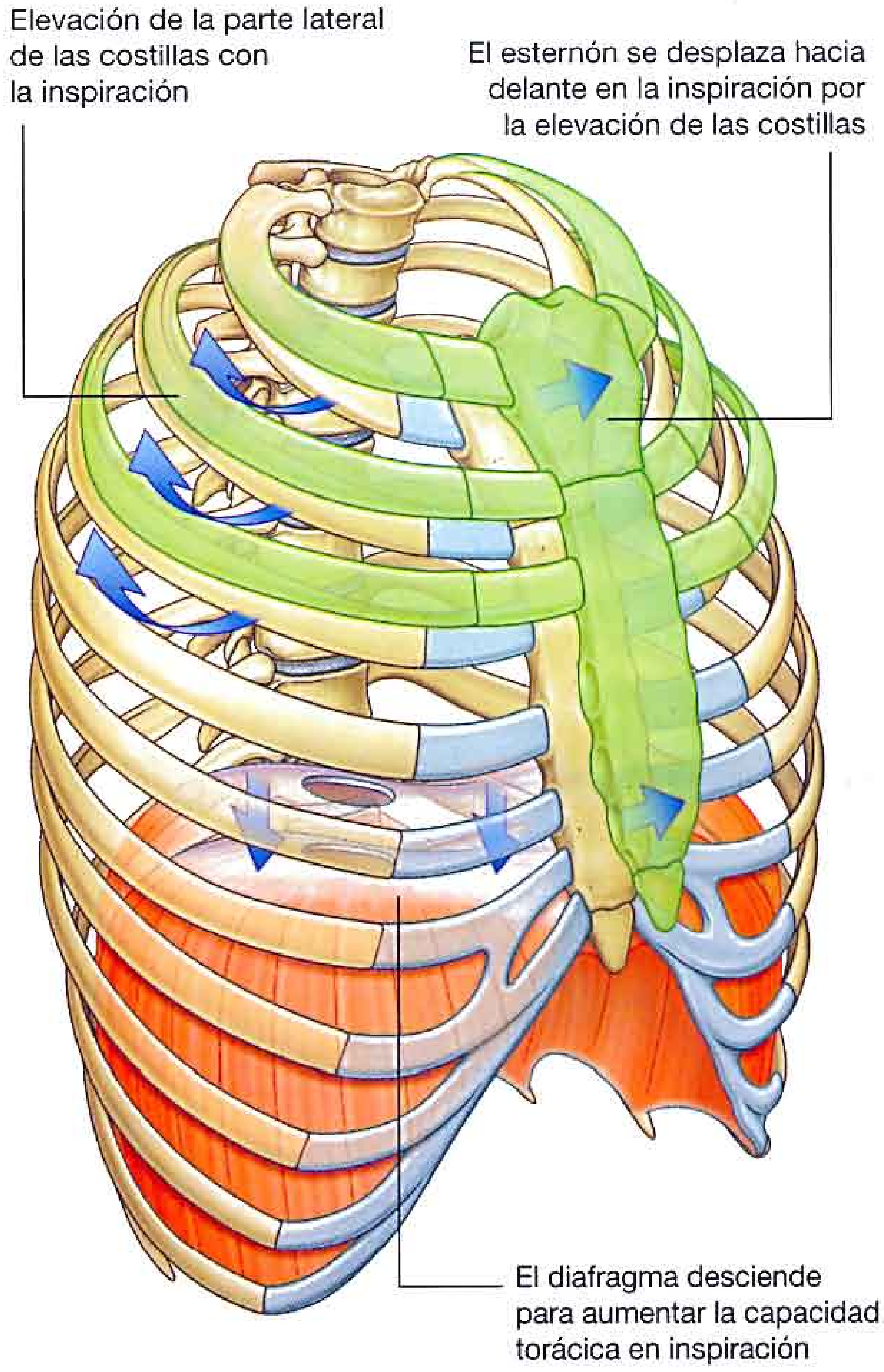


Fig. 3.14 Pared torácica flexible y abertura torácica inferior.

Los tejidos que inicialmente van a dar origen al diafragma se encuentran en la zona anterior del disco embrionario antes de que se desarrolle el pliegue cefálico, lo que explica el origen cervical de los nervios que inervan el diafragma. En otras palabras, el tejido que da lugar al diafragma se origina superiormente a la localización definitiva del mismo.

Las lesiones medulares por debajo del nivel en que se origina el nervio frénico no afectan a los movimientos del diafragma.

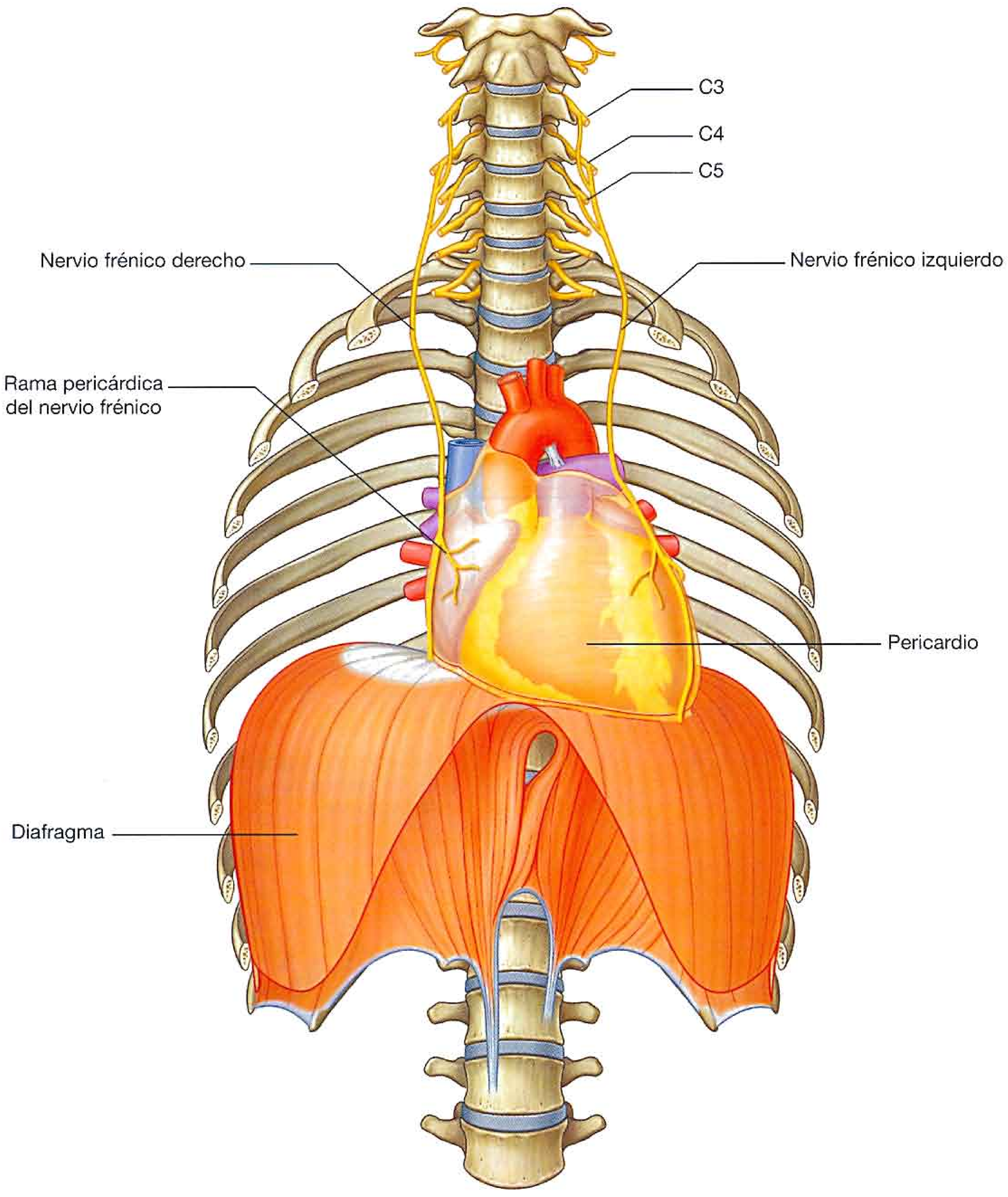


Fig. 3.15 Inervación del diafragma.

Anatomía regional

El cilindro torácico está constituido por:

- Una pared.
- Dos cavidades pleurales.
- Los pulmones.
- El mediastino.

El tórax alberga el corazón y los pulmones, actúa como un conducto para las estructuras que pasan entre el cuello y el abdomen y juega un papel fundamental en la respiración. Además, la pared torácica protege al corazón y los pulmones y proporciona sostén a los miembros superiores. Los músculos que se insertan en la pared torácica anterior proporcionan parte de este soporte, y junto a los tejidos conjuntivos asociados, nervios y vasos y la piel y la fascia superficial, constituyen la región pectoral.

REGIÓN PECTORAL

La región pectoral es externa a la pared torácica anterior y ancla el miembro superior al tronco. Está formada por:

- Un compartimento superficial que contiene la piel, fascia superficial y mamas.
- Un compartimento profundo que contiene la musculatura y las estructuras asociadas.

Los nervios, vasos y linfáticos del compartimento superficial emergen de la pared torácica, la axial y el cuello.

Mama

Las mamas están constituidas por las glándulas mamarias y la piel y tejido conjuntivo asociado. Las **glándulas mamarias** son glándulas sudoríparas modificadas que se sitúan sobre la fascia superficial, anteriores a la musculatura pectoral y la pared torácica anterior (fig. 3.16).

Las glándulas mamarias consisten en una serie de conductos y los lóbulos secretorios asociados. Éstos convergen para formar de 15 a 20 **conductos lactíferos** o **galactóforos**, que desembocan de forma independiente en el **pezón.** El pezón está rodeado por un área de piel pigmentada denominada **areola.**

Un estroma de tejido conjuntivo bien desarrollado rodea a los conductos y lóbulos de la glándula mamaria. En ciertas regiones este tejido se condensa para formar ligamentos bien definidos, los **ligamentos suspensorios de la mama**, que se encuentran en continuidad con la dermis y soportan la mama. *El carcinoma de mama crea tensión en estos ligamentos produciendo depresiones de la piel.*

En mujeres no lactantes, el componente predominante de la mama es la grasa, mientras que en mujeres en período de lactancia es más abundante el tejido glandular.

La mama se asienta sobre la fascia profunda relacionada con el músculo pectoral mayor y otra musculatura circundante. Una capa de tejido conjuntivo laxo (el **espacio retromamario**), separa la mama de la fascia profunda y proporciona cierto grado de movimiento sobre las estructuras subyacentes.

La base, o superficie de inserción, de cada mama se extiende verticalmente desde las costillas 2 a 6, y transversalmente desde el esternón hasta casi la línea medioaxilar lateralmente.

Es importante en la clínica recordar cuando se explora la mama en busca de patología que la región superolateral de la mama se puede proyectar alrededor del borde lateral del músculo pectoral mayor y hacia la axila. Esta proyección axilar (apéndice axilar) puede perforar la fascia profunda y extenderse superiormente hasta el vértice de la axila.

Arterias

La mama está relacionada con la pared torácica y las estructuras asociadas con el miembro superior; por tanto, la vascularización arterial y el drenaje venoso pueden tener múltiples recorridos (fig. 3.16):

- Lateralmente, las ramas de la arteria axilar-torácica superior, toracoabdominal, torácica lateral y subescapular.
- Medialmente, las ramas de la arteria torácica interna.
- La segunda a cuarta arteria intercostales a través de las ramas que atraviesan la pared torácica y la musculatura suprayacente.

Venas

Las venas que drenan la mama transcurren paralelas a las arterias y acaban en las venas axilar, torácica interna y venas intercostales.

Inervación

La inervación de la mama proviene de las ramas cutáneas anterior y lateral de los nervios intercostales segunda a sexto. El pezón está inervado por el cuarto nervio intercostal.

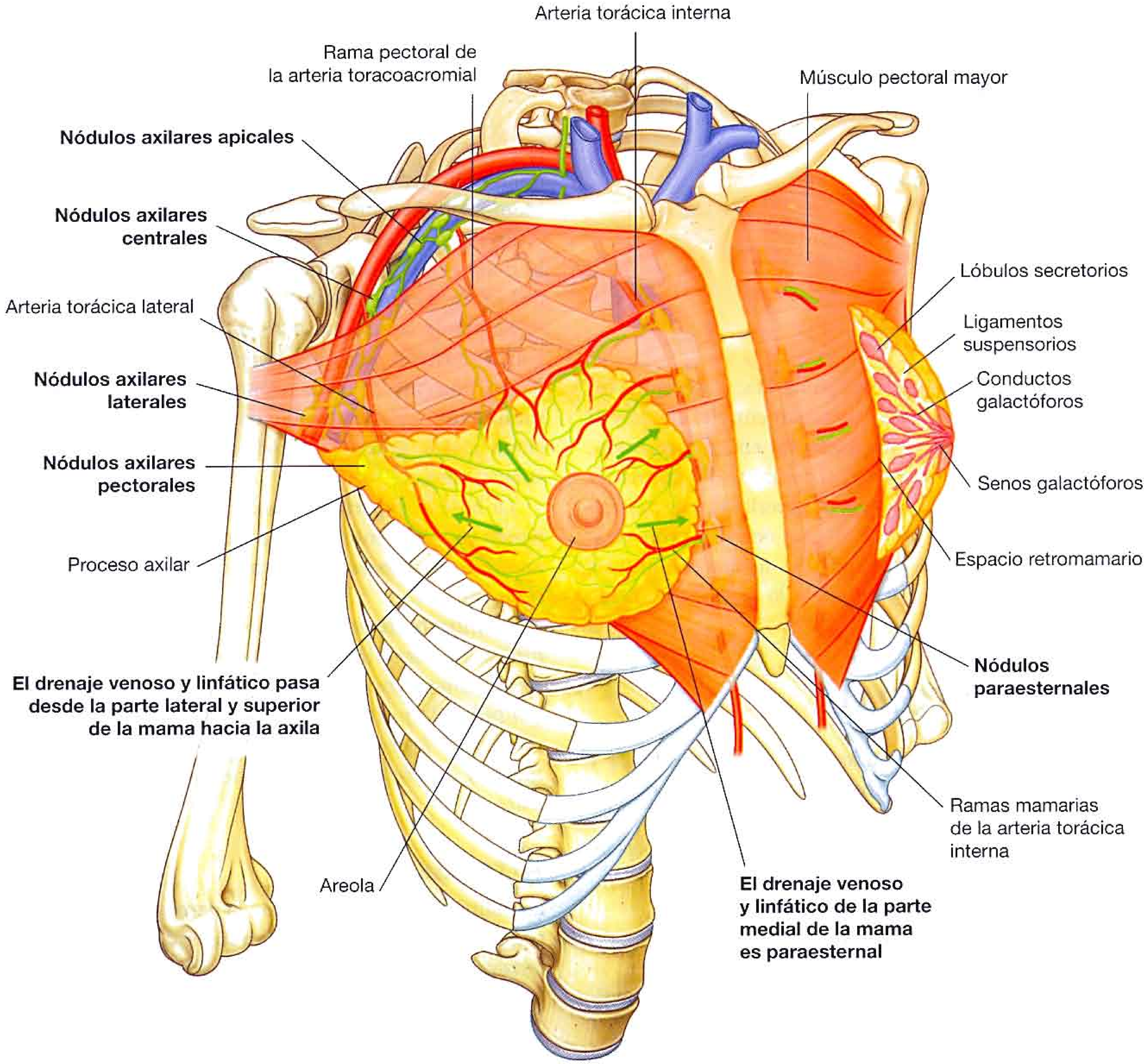


Fig. 3.16 Mamas.

Drenaje linfático

El drenaje linfático de la mama es del siguiente modo:

- Aproximadamente un 75% es a través de los vasos linfáticos que drenan lateral y superiormente hacia los **nódulos axilares** (fig. 3.16).
- La mayor parte del resto del drenaje linfático discurre hacia los nódulos linfáticos paraesternales que se localizan profundos a la pared torácica anterior y asociados a la arteria torácica interna.
- Cierto drenaje puede realizarse por los vasos linfáticos que siguen a las ramas laterales de las arterias intercostales posteriores y que desembocan en los nódulos intercostales situados cerca de las cabezas y cuellos de las costillas.

Los nódulos axilares drenan a los troncos subclavios, los nódulos paraesternales drenan en los troncos broncomediastínicos y los nódulos intercostales drenan bien en el conducto torácico o en los troncos broncomediastínicos.

La mama en el hombre

La mama en el hombre es rudimentaria y está formada solo por pequeños conductos, generalmente formados por cordones de células que normalmente no se extienden más allá de la areola. *El cáncer de mama puede producirse en hombres.*

Conceptos prácticos

Cáncer de mama

El cáncer de mama es uno de los tumores más comunes en la mujer. En las fases iniciales, el tratamiento curativo puede incluir cirugía, radioterapia y quimioterapia.

El cáncer de mama se desarrolla en las células de los acinos, los conductos galactóforos y en los lóbulos de la mama. El crecimiento y la extensión del tumor dependen del lugar celular exacto de origen. Estos factores afectan a la respuesta a la cirugía, quimioterapia y radioterapia. Los tumores de mama se extienden a través de los linfáticos y las venas, o por invasión directa.

Cuando un paciente presenta una masa en la mama, el diagnóstico de cáncer de mama se confirma por biopsia y estudio histológico. Una vez confirmado, el médico debe tratar de estadificar el tumor.

La estadificación del tumor implica definir:

- El tamaño del tumor primario.
- La localización exacta del tumor primario.
- El número y localización de los nódulos linfáticos afectados.
- Los órganos que pueden haber sido afectados por el tumor.

Para realizar un estudio de extensión a los pulmones (metástasis pulmonares), al hígado (metástasis hepáticas) o al hueso (metástasis óseas) se puede realizar una TC.

Entre los estudios adicionales se puede incluir la gammagrafía ósea con isótopos radiactivos que son captados ávidamente por las metástasis óseas del tumor.

El drenaje linfático de la mama es complejo. Los vasos linfáticos drenan a los nódulos linfáticos axilares, supraclaviculares, paraesternales y abdominales, así como a la mama contralateral. La contención de las metástasis nodulares del cáncer de mama es por tanto potencialmente difícil dado que se puede extender a través de numerosos grupos de nódulos linfáticos.

La obstrucción de los nódulos linfáticos subcutáneos y el crecimiento del tumor traccionan del tejido conjuntivo de los ligamentos de la mama produciendo un aspecto de **piel de naranja** en la superficie de la mama. La extensión adicional subcutánea puede inducir una rara presentación del cáncer de mama que produce una textura dura, leñosa de la piel **(cáncer en cuirasse)**.

La mastectomía (extirpación quirúrgica de la mama) implica la extirpación del tejido mamario hasta el músculo pectoral mayor y su fascia. En la axila el tejido mamario debe ser extirpado de la pared medial de la misma. Estrechamente relacionado con la pared medial de la axila se encuentra el nervio torácico largo. La lesión de este nervio puede producir una parálisis del músculo serrato anterior produciendo una característica escápula «alada». También es posible la lesión del nervio del músculo dorsal ancho y esto puede afectar a la extensión, la rotación interna y la aducción del húmero.

Músculos de la región pectoral

La región pectoral contiene los músculos pectoral mayor, pectoral menor y subclavio (fig. 3.17 y tabla 3.1). Todos se originan en la pared torácica anterior y se insertan en los huesos del miembro superior.

Pectoral mayor

El músculo **pectoral mayor** es el de mayor tamaño y más superficial de los músculos de la región pectoral. Está directamente bajo la mama y está separado de ella sólo por una fascia profunda y por el tejido conjuntivo laxo del espacio retromamario.

El pectoral mayor presenta un amplio origen que incluye la superficie anterior de la mitad medial de la clavícula, el esternón y los cartílagos costales relacionados. Las fibras musculares convergen para dar lugar a un tendón plano que se inserta en el extremo proximal del húmero.

El pectoral mayor aduce, flexiona y rota medialmente el brazo.

Subclavio y pectoral menor

Los músculos **subclavio** y **pectoral menor** se encuentran por debajo del pectoral mayor:

- El subclavio es pequeño y discurre lateralmente desde la región anteromedial de la costilla 1 a la superficie inferior de la clavícula.
- El pectoral menor discurre desde la superficie anterior de las costillas 2 a 4 hasta la apófisis coracoides de la escápula.

Tanto el subclavio como el pectoral menor traccionan del hombro inferiormente.

Una capa continua de fascia profunda, la **fascia clavipectoral,** rodea al subclavio y al pectoral menor y se inserta por arriba en la clavícula y por debajo en el suelo de la axila.

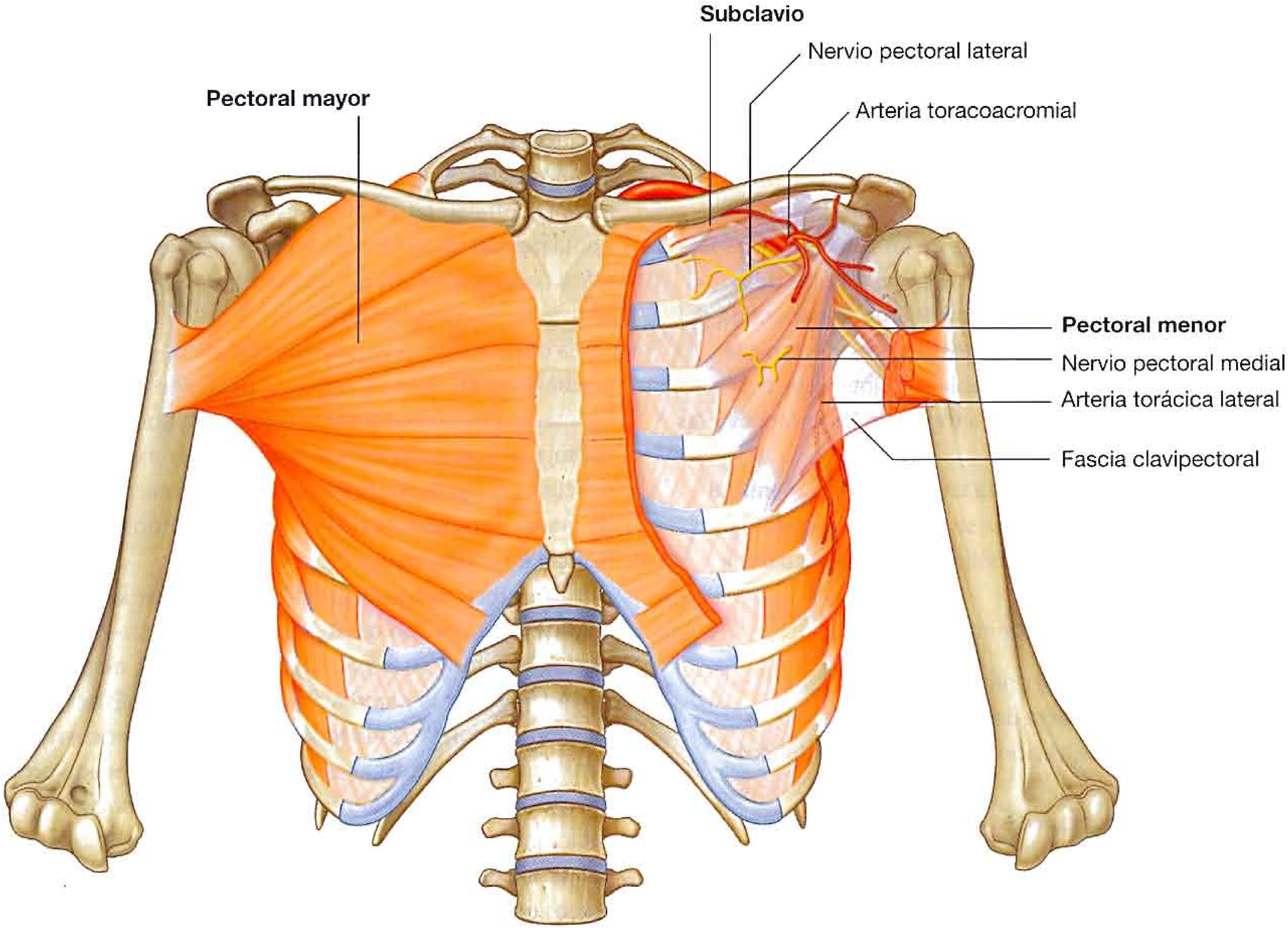


Fig. 3.17 Músculos y fascia de la región pectoral.

Tabla 3.1 Músculos de la región pectoral

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Pectoral mayor	Mitad interna de la clavícula y superficie anterior del esternón, primeros siete cartílagos costales, aponeurosis del oblicuo externo	Parte proximal del húmero (labio lateral del surco intertuberositario)	Nervios pectorales medial y lateral	Aducción, rotación interna y flexión del húmero a nivel de la articulación del hombro
Subclavio	Costilla 1 en la unión entre la costilla y el cartílago costal	Surco en la superficie inferior del tercio medio de la clavícula	Nervio del subclavio	Tira de la clavícula medialmente para estabilizar la articulación esternoclavicular
Pectoral menor	Superficies anteriores de la tercera, cuarta y quinta costillas y fascia profunda que cubre los espacios intercostales	Apófisis coracoides de la escápula	Nervios pectorales mediales	Deprime el hombro, antepulsión de la escápula

Los músculos de la región pectoral forman la pared anterior de la axila, una región entre el miembro superior y el cuello a través de la que discurren todas las estructuras importantes. Los nervios, los vasos y los linfáticos que pasan de la región pectoral a la axila atraviesan la fascia clavipectoral entre el subclavio y el pectoral menor o pasan bajo el borde inferior del pectoral mayor y menor.

PARED TORÁCICA

La pared torácica tiene una disposición segmentaria y está compuesta de elementos esqueléticos y de músculos. Se extiende entre:

- La abertura torácica superior constituida por la vértebra T1, costilla 1 y el manubrio del esternón.

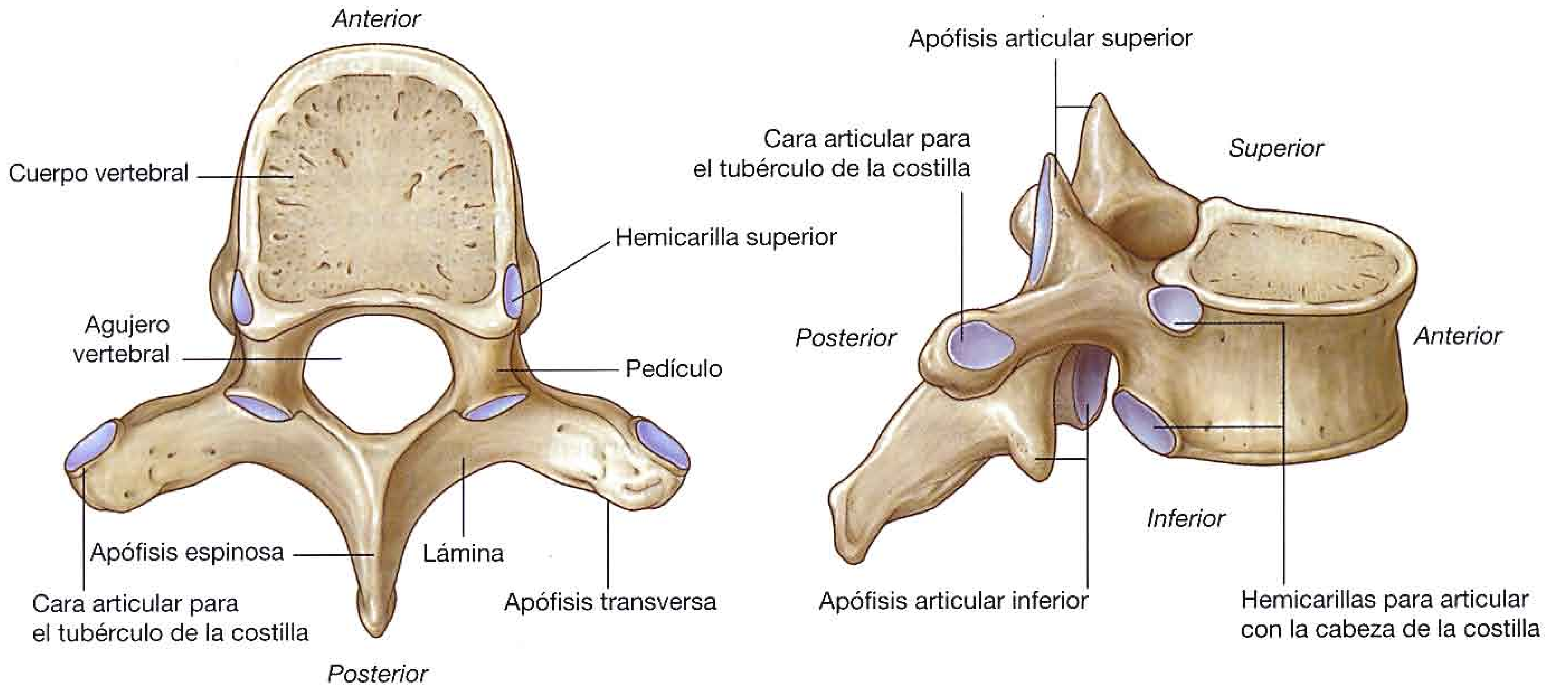


Fig. 3.18 Vértebra torácica típica.

- La abertura torácica inferior rodeada por la vértebra T12, costilla 12, el extremo de la costilla 11, el reborde costal y la apófisis xifoides del esternón.

Armazón esquelético

Los elementos esqueléticos de la pared torácica son las vértebras torácicas, los discos intervertebrales, las costillas y el esternón.

Vértebras torácicas

Existen doce **vértebras torácicas,** cada una de las cuales se articula con las costillas.

Una vértebra torácica típica

Una vértebra torácica típica tiene un **cuerpo vertebral** con forma de corazón, con unas dimensiones transversa y anteroposterior prácticamente iguales, y una apófisis espinosa larga (fig. 3.18). El **agujero vertebral** es generalmente circular y las **láminas** son anchas y se superponen con las de la vértebra inferior. Las **apófisis articulares superiores** son planas, y sus superficies articulares miran casi directamente hacia atrás, mientras que las **apófisis articulares inferiores** se proyectan desde las láminas y sus carillas articulares se orientan anteriormente. Las **apófisis transversas** tienen forma de maza y se proyectan posterolateralmente.

Articulación con las costillas

Una vértebra torácica típica tiene tres puntos de articulación a cada lado con las costillas:

- Dos hemicarillas (es decir, caras parciales) se localizan en el margen superior e inferior del cuerpo para articularse con los lugares correspondientes de las cabezas de las costillas adyacentes. **La cara costal superior** se articula con parte de la cabeza de su propia costilla, y la **cara costal inferior** se articula con parte de la cabeza de la costilla inferior.
- Una cara oval **(cara costal transversa)** en el extremo de la apófisis transversa se articula con la tuberosidad de la costilla propia.

No todas las vértebras se articulan con las costillas del mismo modo (fig. 3.19):

- Las caras costales superiores del cuerpo de la vértebra T1 son completas y se articulan con una cara única en la cabeza de su propia costilla; en otras palabras, la cabeza de la costilla 1 no se articula con la vértebra C7.
- De igual modo, la vértebra T10 (y a menudo la T9) se articula sólo con su propia costilla y, por tanto, carece de hemicarilla inferior en el cuerpo.
- Las vértebras T11 y T12 se articulan sólo con las cabezas de sus propias costillas, carecen de caras costales transversas y sólo tienen una cara completa única a cada lado del cuerpo vertebral.

Costillas

Existen doce pares de costillas, cada una de las cuales termina anteriormente en un cartílago costal (fig. 3.20).

Aunque todas las costillas se articulan con la columna vertebral, solo los cartílagos costales de las siete costillas superiores, conocidas como **costillas verdaderas,** se articulan directamente con el esternón. Los cinco pares de costillas restantes son las **costillas falsas:**

- Los cartílagos costales de las costillas 8 a 10 se articulan por delante con los cartílagos costales de las costillas superiores.
- Las costillas 11 y 12 no presentan conexión anterior con otras costillas o con el esternón y se denominan a menudo **costillas flotantes.**

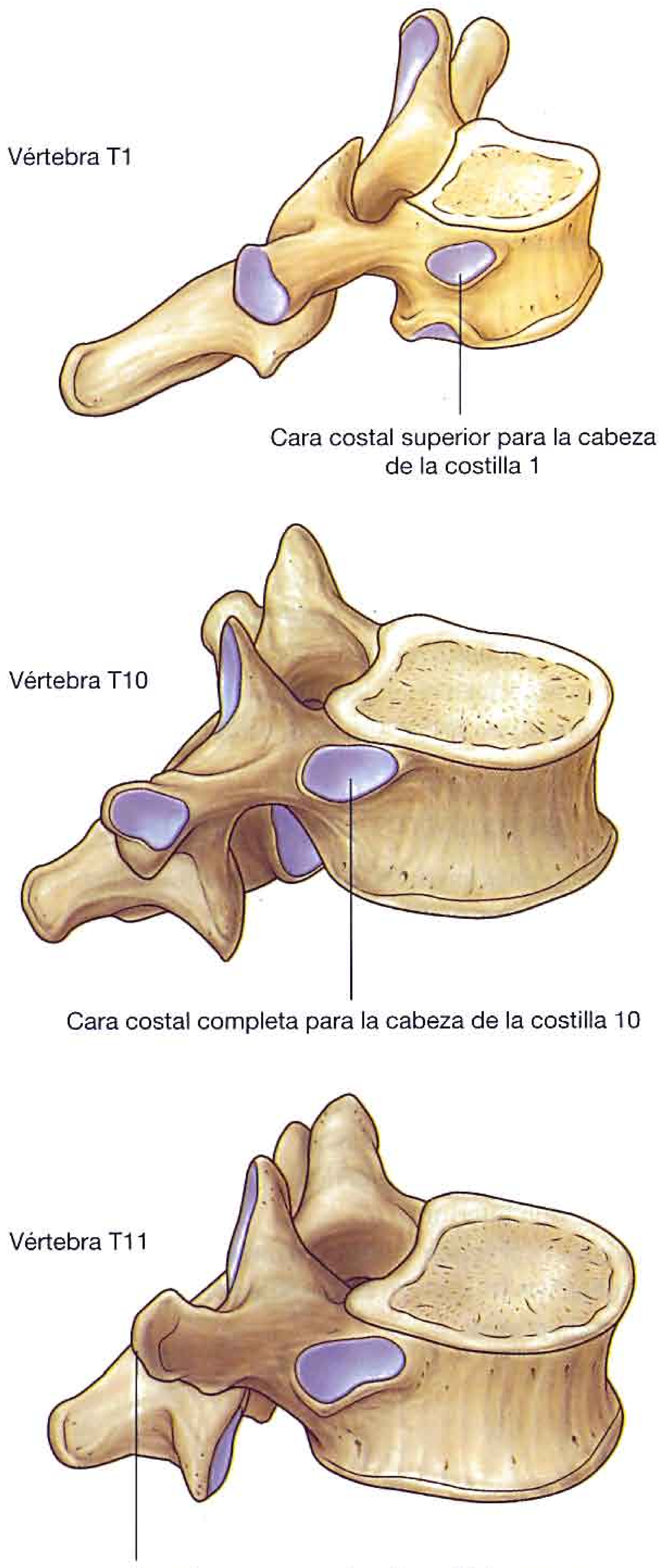


Fig. 3.19 Vértebra torácica típica.

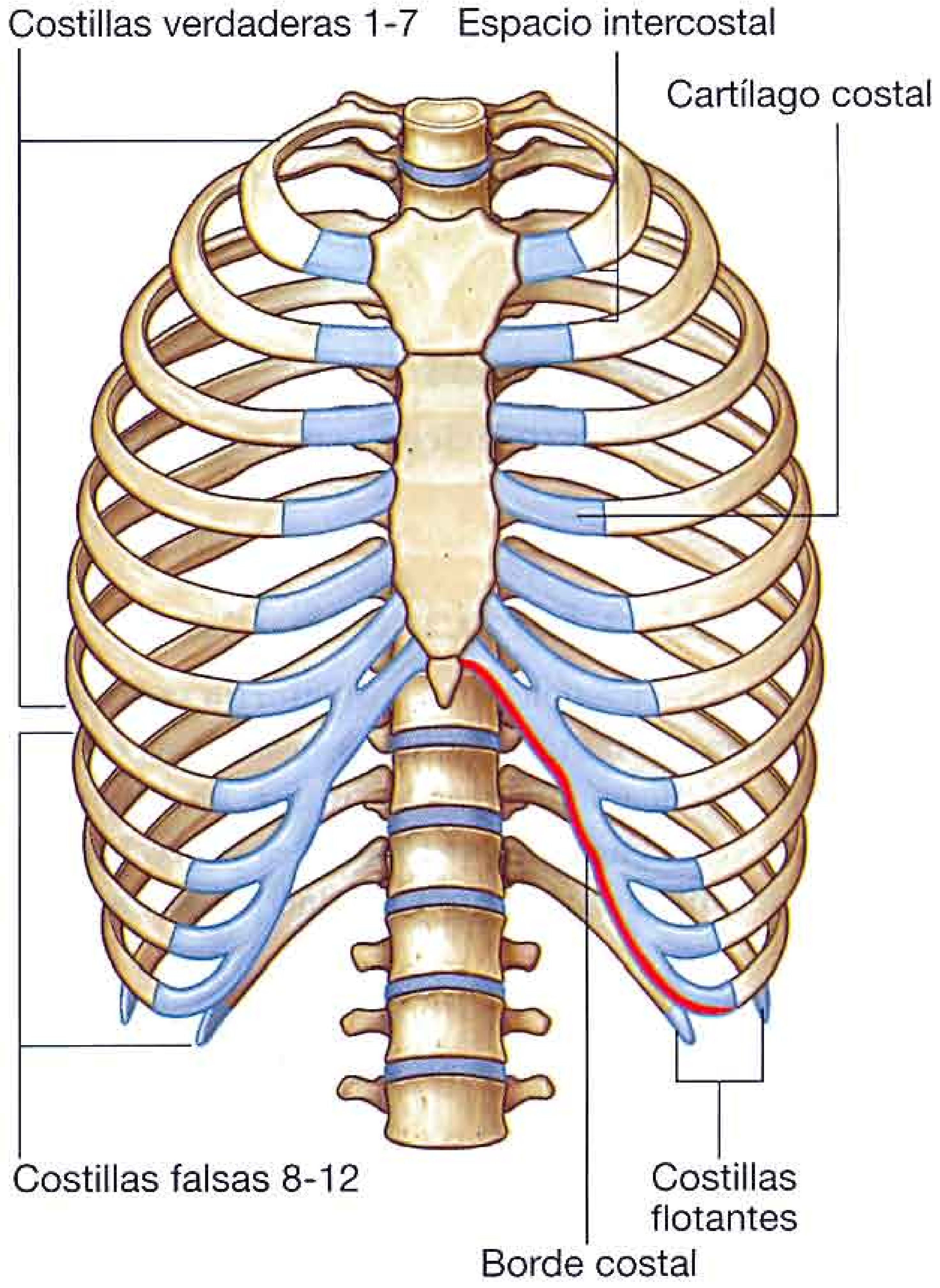


Fig. 3.20 Costillas.

Una costilla típica consta de un cuerpo curvado y unos extremos anterior y posterior (fig. 3.21). El extremo anterior está en continuidad con el cartílago costal. El extremo posterior se articula con la columna vertebral y consta de cabeza, cuello y tuberosidad.

La **cabeza** está algo ensanchada y presenta típicamente dos superficies articulares separadas por una **cresta**. La cara articular superior más pequeña se articula con la faceta articular inferior en el cuerpo de la vértebra superior, mientras que la cara articular inferior más grande se articula con la cara costal superior de su propia vértebra.

El **cuello** es una zona plana y corta del hueso que separa la cabeza del tubérculo.

El **tubérculo** se proyecta posteriormente desde la unión del cuello con la diáfisis y está formada por dos regiones, una parte articular y una parte no articular:

- La parte articular es medial y presenta una cara oval para su articulación con la cara correspondiente de la apófisis transversa de la vértebra asociada.
- La parte no articular elevada presenta rugosidades por las inserciones ligamentosas.

El cuerpo suele ser delgado y plano con una superficie externa y otra interna.

El borde superior es liso y redondeado, mientras que el borde inferior es afilado. El cuerpo se incurva hacia delante justo lateralmente al tubérculo en una zona denominada el **ángulo.** También presenta una leve torsión en torno a su eje longitudinal de forma que la superficie interna de la zona anterior de la diáfisis mira en dirección algo superiormente en relación a la parte posterior. El margen inferior de la superficie interna se caracteriza por un claro **surco costal.**

Características especiales de las costillas superiores e inferiores

Las costillas superiores e inferiores presentan unas características específicas (fig. 3.22).

Costilla 1

La **costilla 1** es plana en el plano horizontal y tiene ancha superficie superior e inferior. A partir de su articulación con la vértebra T1, desciende inferiormente hasta su unión con el

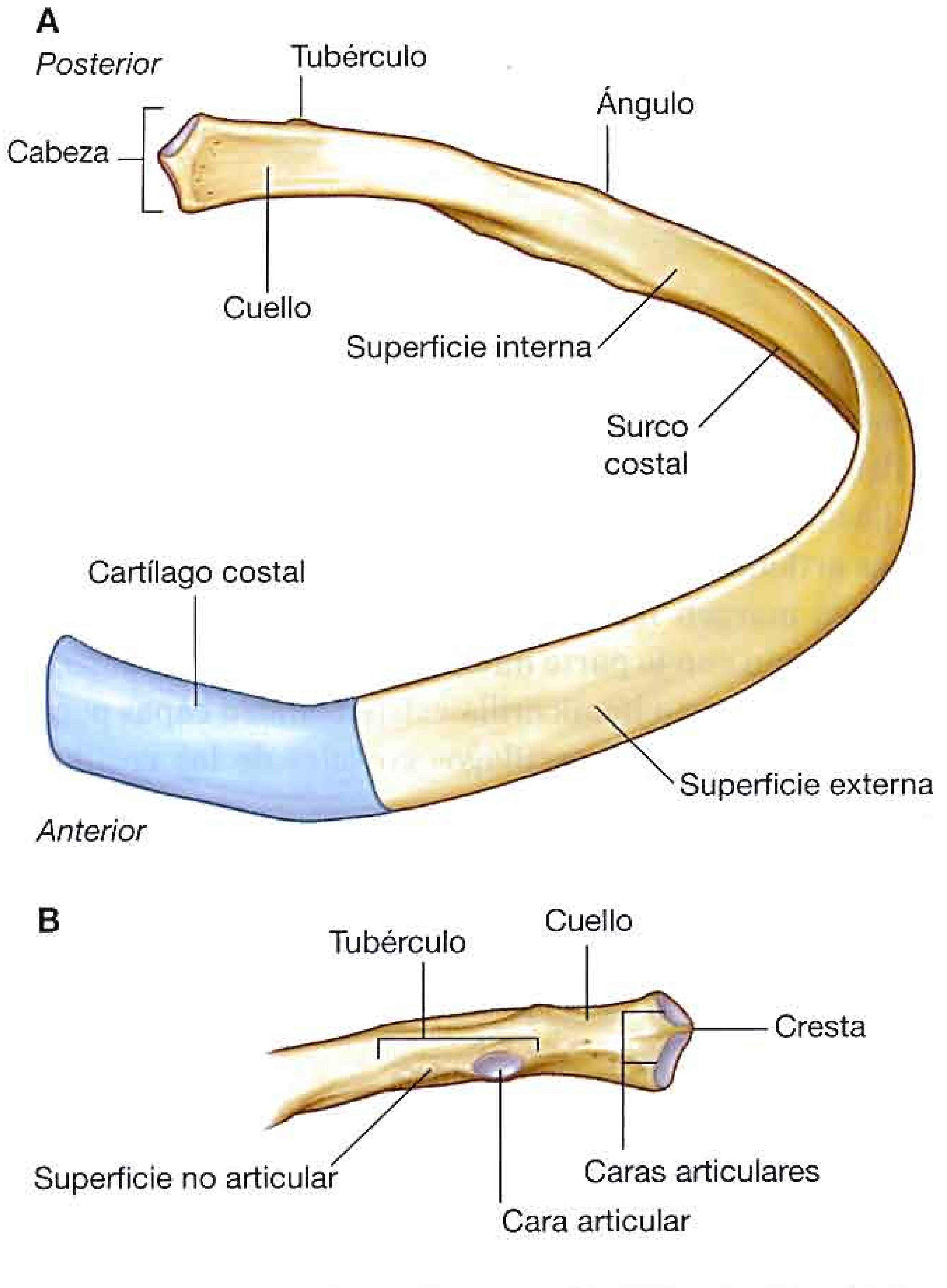


Fig. 3.21 Costilla típica. **A.** Visión anterior. **B.** Visión posterior del extremo proximal de la costilla.

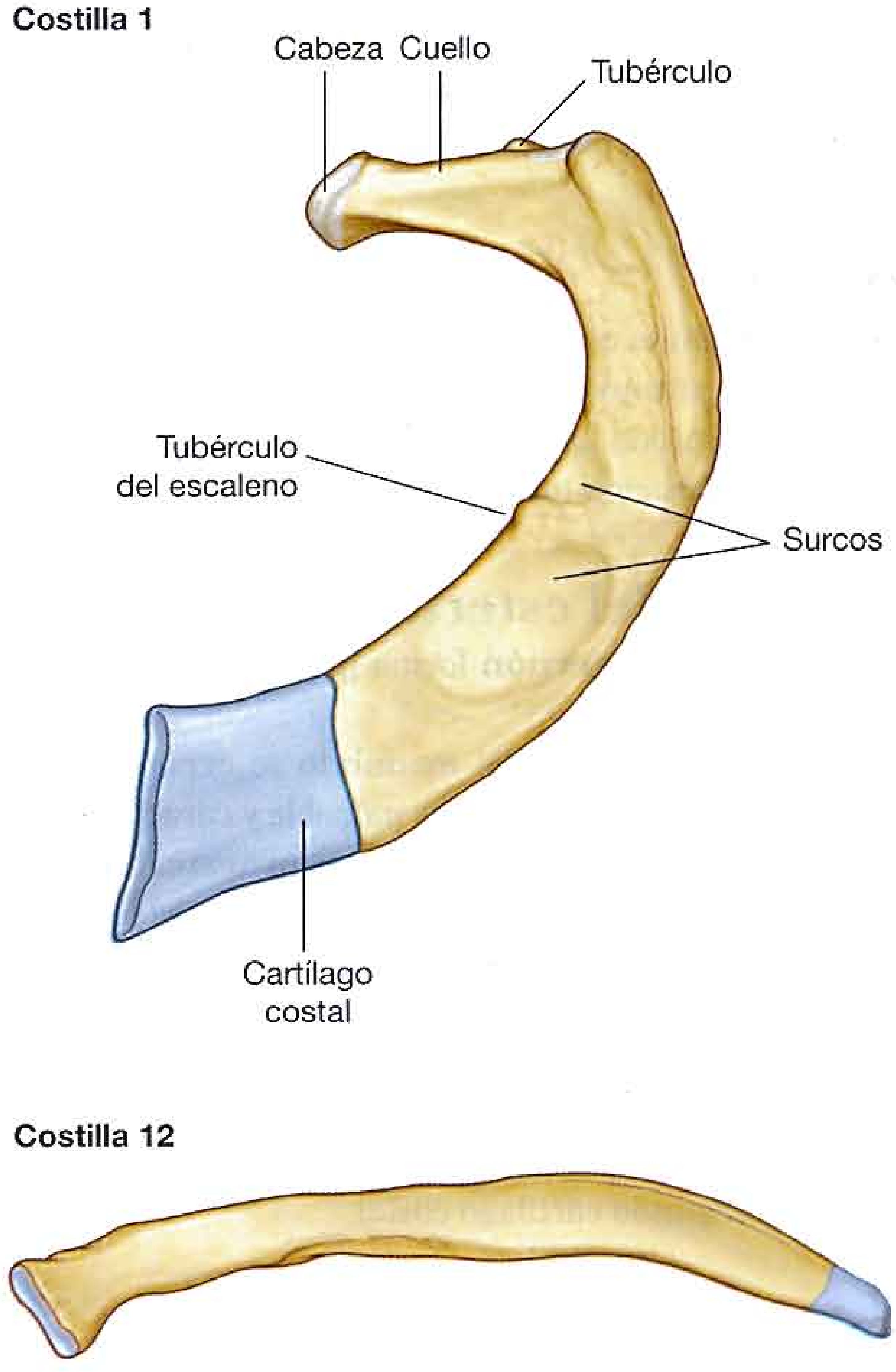


Fig. 3.22 Costillas atípicas.

manubrio del esternón. La cabeza se articula solo con el cuerpo de la vértebra T1 y por tanto sólo presenta una superficie articular. Al igual que otras costillas, el tubérculo tiene una cara para articularse con la apófisis transversa. La superficie superior de la costilla se caracteriza por un tubérculo especial, el **tubérculo del escaleno**, que separa dos surcos suaves que atraviesan la costilla a medio camino aproximadamente del cuerpo. El surco anterior está producido por la vena subclavia y el surco posterior por la arteria subclavia. Anterior y posterior a estos surcos el cuerpo presenta una superficie rugosa por la inserción de músculos y ligamentos.

Costilla 2

La **costilla 2**, al igual que la costilla 1, es plana pero el doble de larga. Se articula con la columna vertebral de la forma típica para la mayoría de las costillas.

Costilla 10

La cabeza de la costilla 10 presenta una cara única para la articulación con su propia vértebra.

Costillas 11 y 12

Las **costillas 11** y **12** se articulan sólo con los cuerpos de sus propias vértebras y no tienen tubérculos ni cuello. Ambas costillas son cortas, tienen una escasa curvatura y tiene un extremo anterior en punta.

Esternón

El **esternón** adulto consiste en tres elementos principales: el manubrio del esternón ancho, en posición superior, el cuerpo estrecho y orientado longitudinalmente, y la pequeña apófisis xifoides en posición inferior (fig. 3.23).

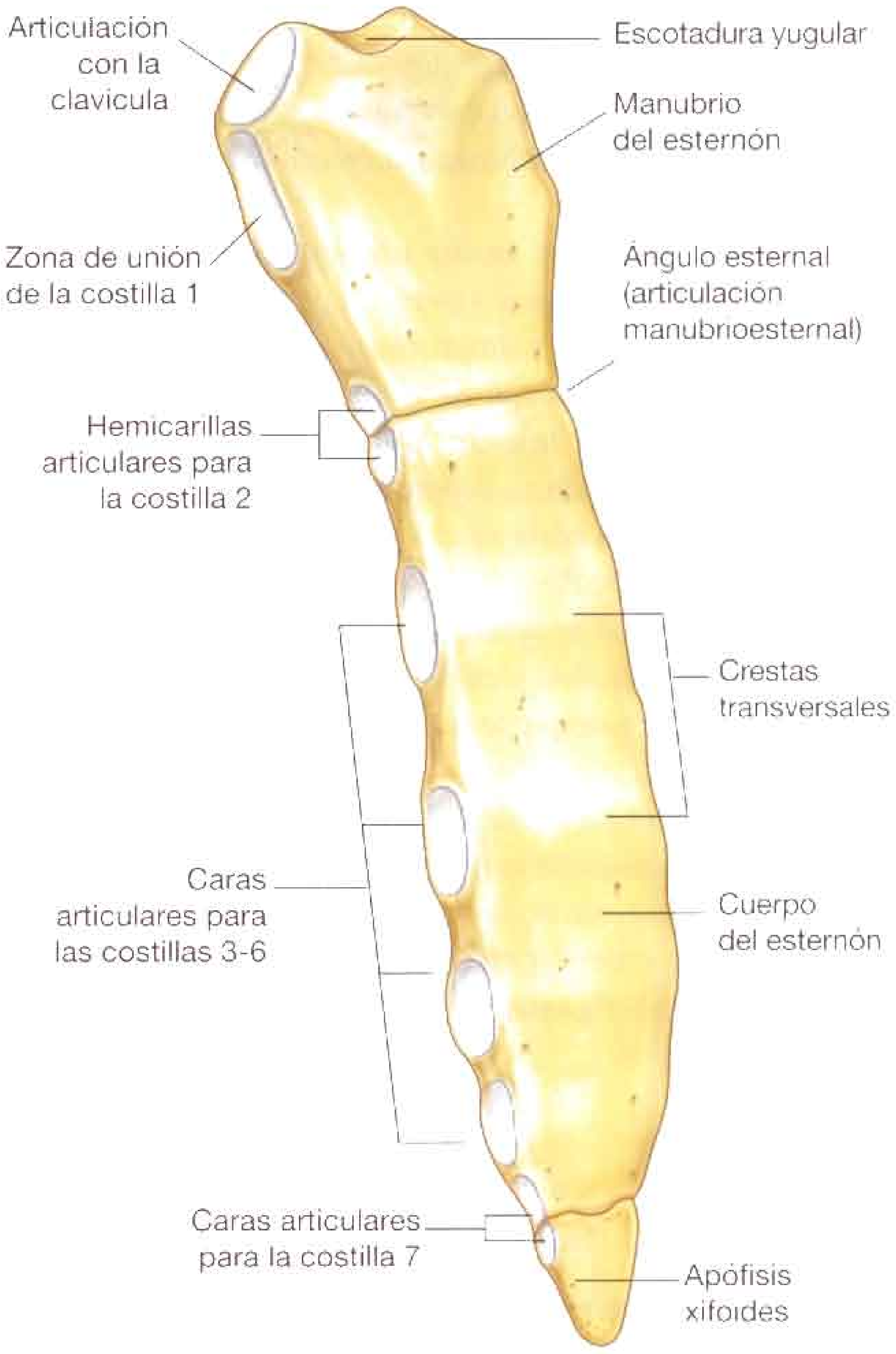


Fig. 3.23 Esternón.

Manubrio del esternón

El **manubrio del esternón** forma parte del esqueleto óseo del cuello y del tórax.

La superficie superior del manubrio se expande lateralmente y presenta una escotadura palpable y característica, la **escotadura yugular (escotadura supraesternal)**, en la línea media. A cada lado de esta escotadura existe una gran fosa oval para la articulación con la clavícula. Inmediatamente inferior a esta fosa, en cada superficie lateral del manubrio, existe una cara para la unión del primer cartílago costal. En el extremo inferior del borde lateral existe una hemicarilla para articularse con la mitad superior del extremo anterior del segundo cartílago costal.

Cuerpo del esternón

El **cuerpo del esternón** es plano.

La superficie anterior del cuerpo del esternón suele estar marcado por crestas transversales que representan líneas de fusión entre los elementos segmentarios denominados esternebras, de las cuales se origina embriológicamente esta parte del esternón.

Los bordes laterales del cuerpo del esternón presentan caras articulares para los cartílagos costales. Superiormente, cada margen lateral presenta una hemicarilla para su articulación con la parte inferior del segundo cartílago costal. Inferior a esta hemicarilla existen cuatro capas para su articulación con los cartílagos costales de las costillas 3 a 6.

En el extremo inferior del cuerpo del esternón existe una hemicarilla para su articulación con la hemicarilla superior del séptimo cartílago costal. El extremo inferior del cuerpo del esternón está unido a la apófisis xifoides.

Apófisis xifoides

La **apófisis xifoides** es la parte más pequeña del esternon. Su forma es variable: puede ser amplio, plano, en punta, bífido, curvo o perforado. Comienza siendo una estructura cartilaginosa que se osifica en el adulto. A cada lado de su margen lateral superior existe una hemicarilla para su articulación con el extremo inferior del séptimo cartílago costal.

Articulaciones

Articulaciones costovertebrales

Una costilla típica se articula con:

- Los cuerpos de las vértebras adyacentes, formando una articulación con la cabeza de la costilla.
- La apófisis transversa de la vértebra relacionada, formando la **articulación costotransversa** (fig. 3.24).

En su conjunto, las articulaciones costovertebrales y los ligamentos asociados permiten al cuello de la costilla bien rotar en torno a su eje longitudinal, fundamentalmente en las costillas superiores, o ascender y descender en relación a la columna vertebral, fundamentalmente en las costillas inferiores. Los movimientos combinados de todas las costillas de la columna vertebral son esenciales para modificar el volumen de la cavidad torácica durante la respiración.

Articulaciones con la cabeza de la costilla

Las dos caras de la cabeza de la costilla se articulan con la cara superior del cuerpo de su propia vértebra y con la cara inferior del cuerpo de la vértebra superior. Esta articulación está dividida en dos compartimentos sinoviales por un ligamento intraarticular que se inserta en la cresta de los discos intervertebrales adyacentes y separa las dos superficies articulares en la cabeza de la costilla. Los dos compartimentos sinoviales y el ligamento que los separa están rodeados por una sola cápsula articular insertada en el borde externo de las dos superficies articulares combinadas de la cabeza y la columna vertebral.

Articulaciones costotransversas

Las **articulaciones costotransversas** son articulaciones sinoviales entre la tuberosidad de la costilla y la apófisis transversa de la vértebra relacionada (fig. 3.24). La cápsula que rodea a cada articulación es bastante delgada. La articulación está estabilizada por dos fuertes ligamentos extracapsulares que se extienden entre la apófisis transversa y la costilla en el lado medial y lateral de la articulación.

- El **ligamento costotransverso** es medial a la articulación y une el cuello de la costilla y la apófisis transversa.
- El **ligamento costotransverso lateral** es lateral a la articulación y une el extremo de la apófisis transversa a la parte rugosa no articular del tubérculo de la costilla.

Un tercer ligamento, el **ligamento costotransverso superior** une la superficie superior del cuello de la costilla a la apófisis transversa de la vértebra superior.

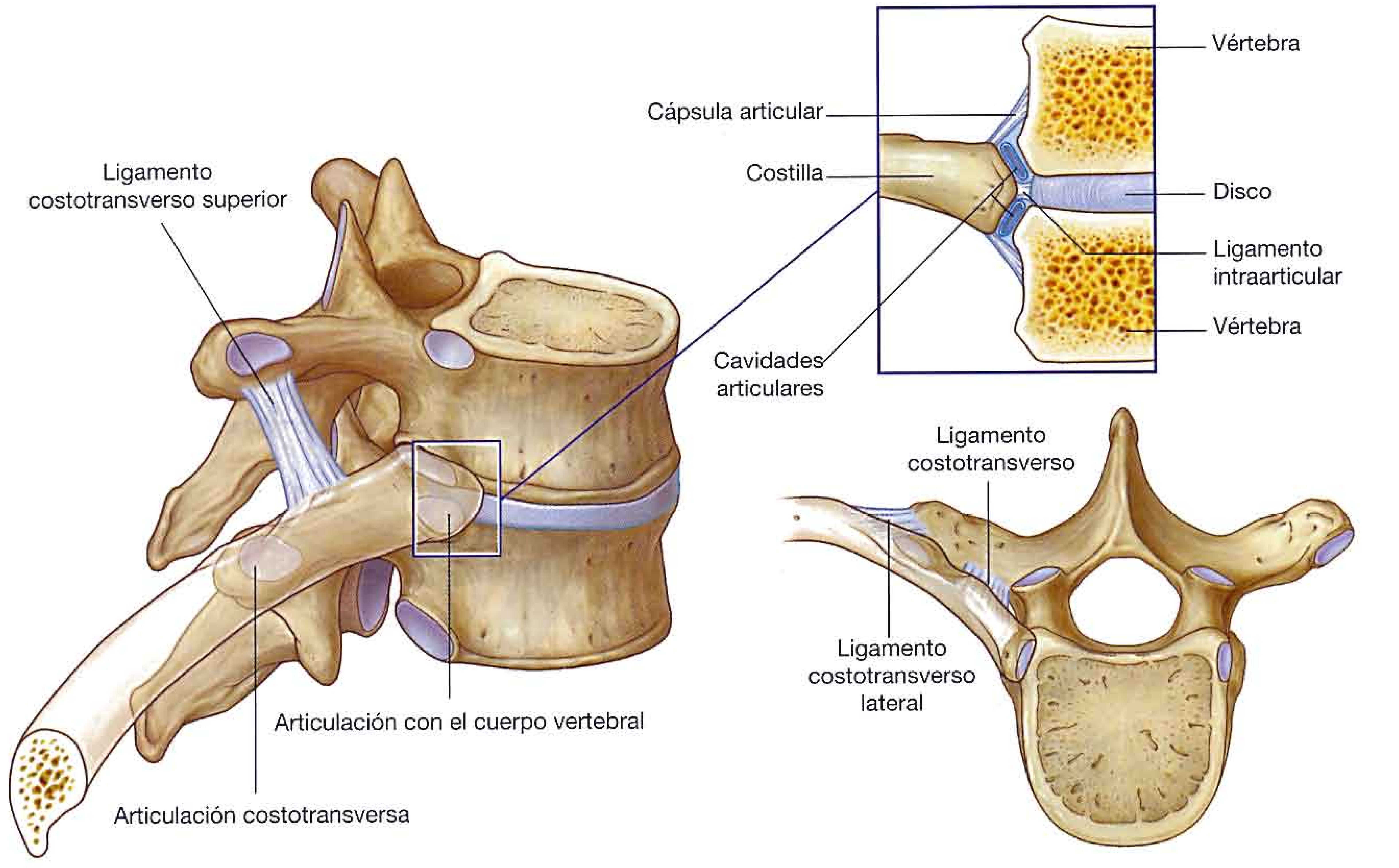


Fig. 3.24 Articulaciones costovertebrales.

En las articulaciones costotransversas se produce un ligero movimiento de deslizamiento.

Articulaciones esternocostales

Las articulaciones esternocostales son articulaciones entre los siete cartílagos costales superiores y el esternón (fig. 3.25).

La articulación entre la costilla 1 y el manubrio del esternón no es sinovial y consiste en una unión fibrocartilaginosa entre el manubrio y el cartílago costal. Las articulaciones segunda a séptima son sinoviales y presentan unos delgados refuerzos capsulares formados por los ligamentos esternocostales circundantes.

La articulación entre el segundo cartílago costal y el esternón está dividido en dos compartimentos por un ligamento intraarticular. Este ligamento se sitúa entre el segundo cartílago costal y la unión entre el manubrio y el cuerpo del esternón.

Articulaciones intercondrales

Las articulaciones intercondrales son las que se forman entre los cartílagos costales de las costillas adyacentes (fig. 3.25), principalmente entre los cartílagos costales de las costillas 7 a 10, pero también pueden encontrase entre los cartílagos costales de las costillas 5 y 6.

Las articulaciones intercondrales proporcionan un anclaje indirecto al esternón y contribuyen a la formación de un reborde costal inferior liso. Suelen ser sinoviales y la delgada cápsula fibrosa está reforzada por los ligamentos intercondrales.

Articulaciones manubrioesternal y xifoidoesternal

Las articulaciones entre el manubrio y el cuerpo del esternón y entre el cuerpo del esternón y la apófisis xifoides suelen ser sínfisis (fig. 3.25). Sólo se producen pequeños movimientos

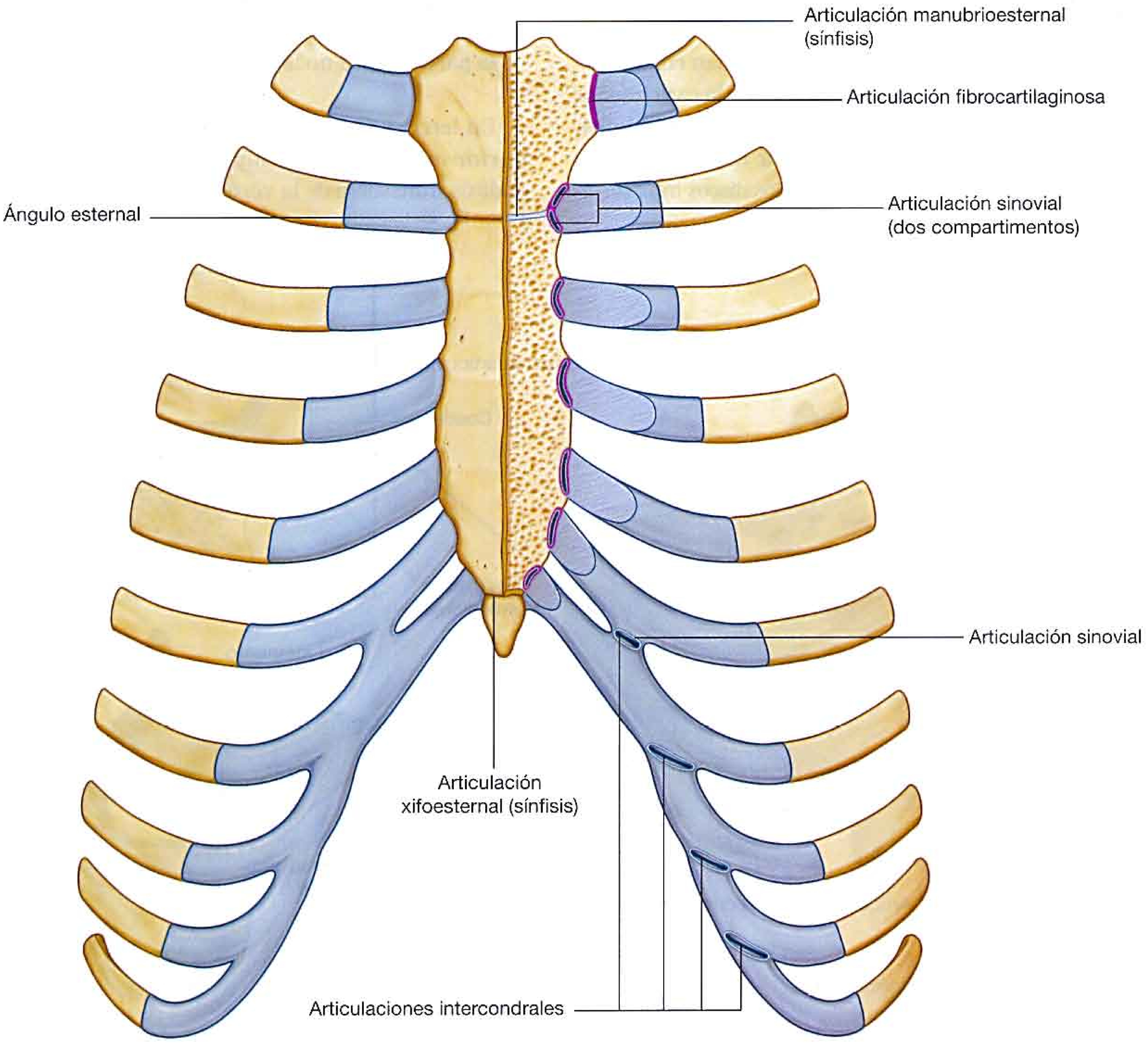


Fig. 3.25 Articulaciones esternocostales.

de angulación entre el manubrio y el cuerpo del esternón durante la respiración. La articulación entre el cuerpo del esternón y la apófisis xifoides suele osificarse con la edad.

Una característica de utilidad clínica de la articulación manubrioesternal es que puede ser palpada fácilmente. Esto se debe a que el manubrio normalmente está angulado posteriormente sobre el cuerpo del esternón, dando lugar a un relieve denominado ángulo del esternón. Esta elevación marca el lugar de la articulación de la costilla 2 con el esternón. La costilla 1 no es palpable debido a que queda por debajo de la clavícula y está rodeada por los tejidos de la base del cuello. Por tanto, la costilla 2 se emplea como referencia para contar las costillas y puede palparse inmediatamente lateral al ángulo del esternón.

Además, el ángulo esternal está situado en un plano horizontal que pasa a través del disco intervertebral entre las vértebras T4 y T5 (v. fig. 3.10). Este plano separa el mediastino superior del mediastino inferior y marca el borde superior del pericardio. Este plano también pasa a través del final de la aorta ascendente y el comienzo del cayado aórtico, el final de éste y el comienzo de la aorta torácica, la bifurcación de la tráquea y justo superior al tronco pulmonar (v. págs. 3-80).

Espacios intercostales

Los **espacios intercostales** se encuentran entre las costillas adyacentes y están ocupados por la musculatura intercostal (fig. 3.26).

Los nervios intercostales y la arteria y vena asociadas se sitúan en el **surco costal** a lo largo del margen inferior de la costilla superior y discurren en el plano entre las dos capas internas de músculos.

En cada espacio, la vena es la estructura más superior y está situada en la parte más alta del surco costal. La arteria es inferior a la vena, y el nervio es inferior a la arteria y habitualmente no está protegida dentro del surco costal. Suelen existir pequeños ramos colaterales de los nervios y vasos intercostales principales superiores a la costilla inferior.

Conceptos prácticos

Costillas cervicales

Las costillas cervicales están presentes en cerca de un 1% de la población.

Una costilla cervical es una costilla accesoria que se articula con la vértebra C7; su extremo anterior se une al borde superior de la cara anterior de la costilla 1.

En la radiografía simple la costilla cervical puede tener el aspecto de una pequeña asta.

Frecuentemente no se aprecia por los clínicos una banda fibrosa situada entre el extremo anterior de la pequeña costilla cervical y la costilla 1, produciendo una «banda cervical» que no se observa en la radiografía. En los pacientes con costilla cervical y banda cervical, las estructuras que normalmente pasan sobre la costilla 1 están levantadas por la costilla y banda cervical y pasan por encima de ellas (v. fig. 3.7).

Clínicamente, el término «síndrome de salida torácica» se emplea para describir los síntomas producidos por una compresión anómala del plexo braquial en su paso por encima de la primera costilla y a través de la axila hacia el miembro superior. El ramo anterior de T1 sale por encima de la abertura torácica superior para unirse y formar parte del plexo braquial. La banda cervical de una costilla cervical es una de las causas del síndrome de salida torácica al producir una presión ascendente sobre la parte inferior del plexo braquial cuando pasa por encima de la primera costilla.

Conceptos prácticos

Aspirado de médula ósea del esternón

La posición subcutánea del esternón permite la inserción de una aguja a través de la cortical externa dura hacia la cavidad interna (o medular) que contiene médula ósea. Una vez que la aguja está en esta localización, se puede aspirar la médula ósea. El estudio de este material al microscopio ayuda al diagnóstico de ciertas enfermedades de la sangre como la leucemia.

Conceptos prácticos

Fracturas costales

Las fracturas de una sola costilla tienen escasas consecuencias, aunque sean muy dolorosas.

Después de un traumatismo grave, las costillas se pueden fracturar en dos o más sitios. Si se han fracturado un número suficientemente grande de costillas, da lugar a un segmento móvil **(volet costal)** de la pared torácica. Cuando el paciente realiza una inspiración profunda, el segmento del volet se mueve en dirección opuesta a la de la pared torácica lo que impide una expansión completa de los pulmones y da lugar a un movimiento paradójico del segmento. Si el segmento afectado es de tamaño suficientemente grande, puede estar alterada la ventilación y puede ser necesaria la ventilación mecánica hasta que las costillas hayan consolidado.

Profunda a los espacios intercostales y a las costillas, y separando estas estructuras de la pleura subyacente, se encuentra una capa de tejido conjuntivo laxo, denominada **fascia endotorácica**, con un contenido variable de tejido adiposo.

Superficial a los espacios se encuentran la fascia profunda, la fascia superficial y la piel. Cubriendo estos espacios se encuentra la musculatura asociada al miembro superior y a la región dorsal del tronco.

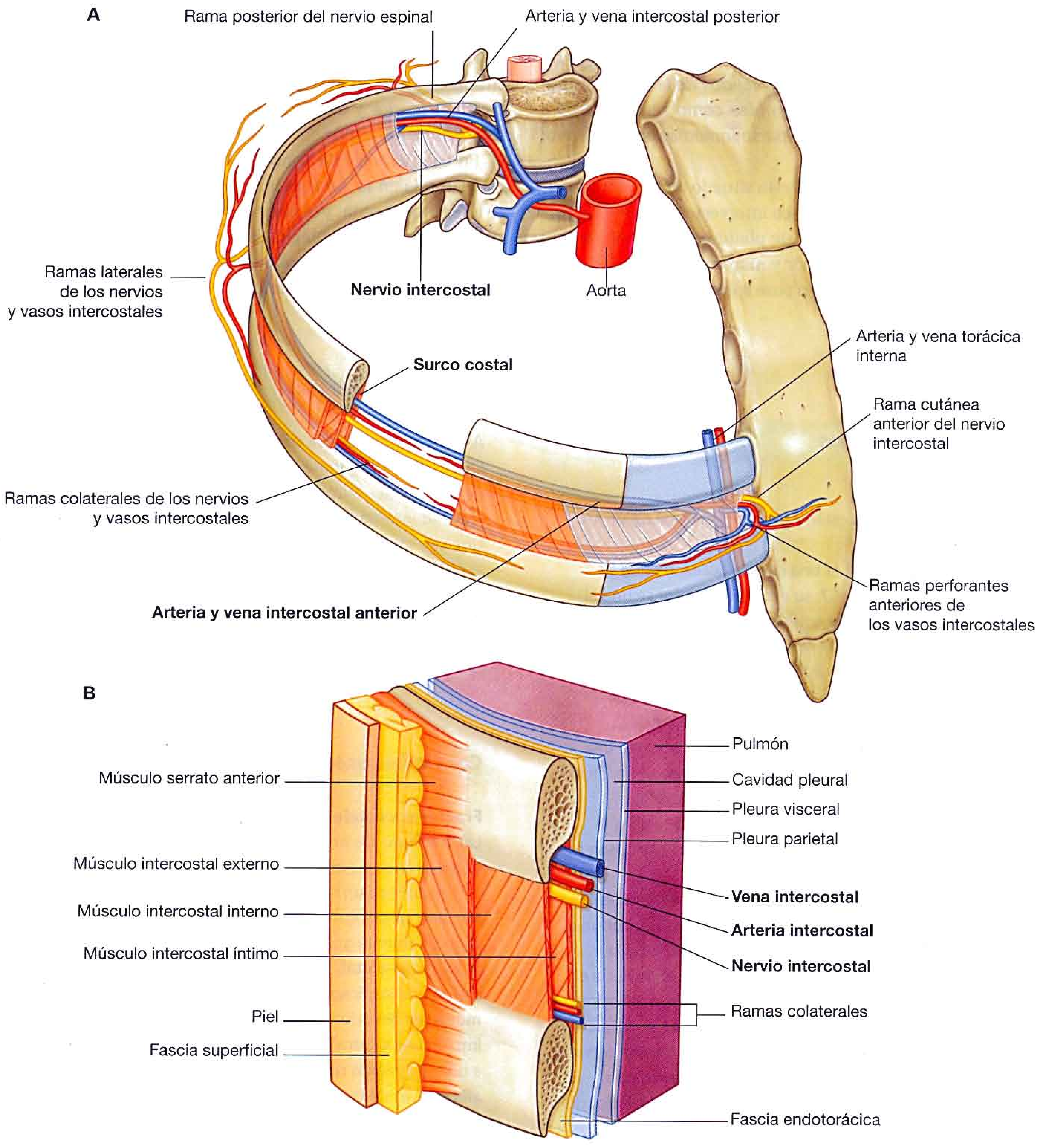


Fig. 3.26 Espacio intercostal. **A.** Visión anterolateral. **B.** Detalles de un espacio intercostal y sus relaciones.

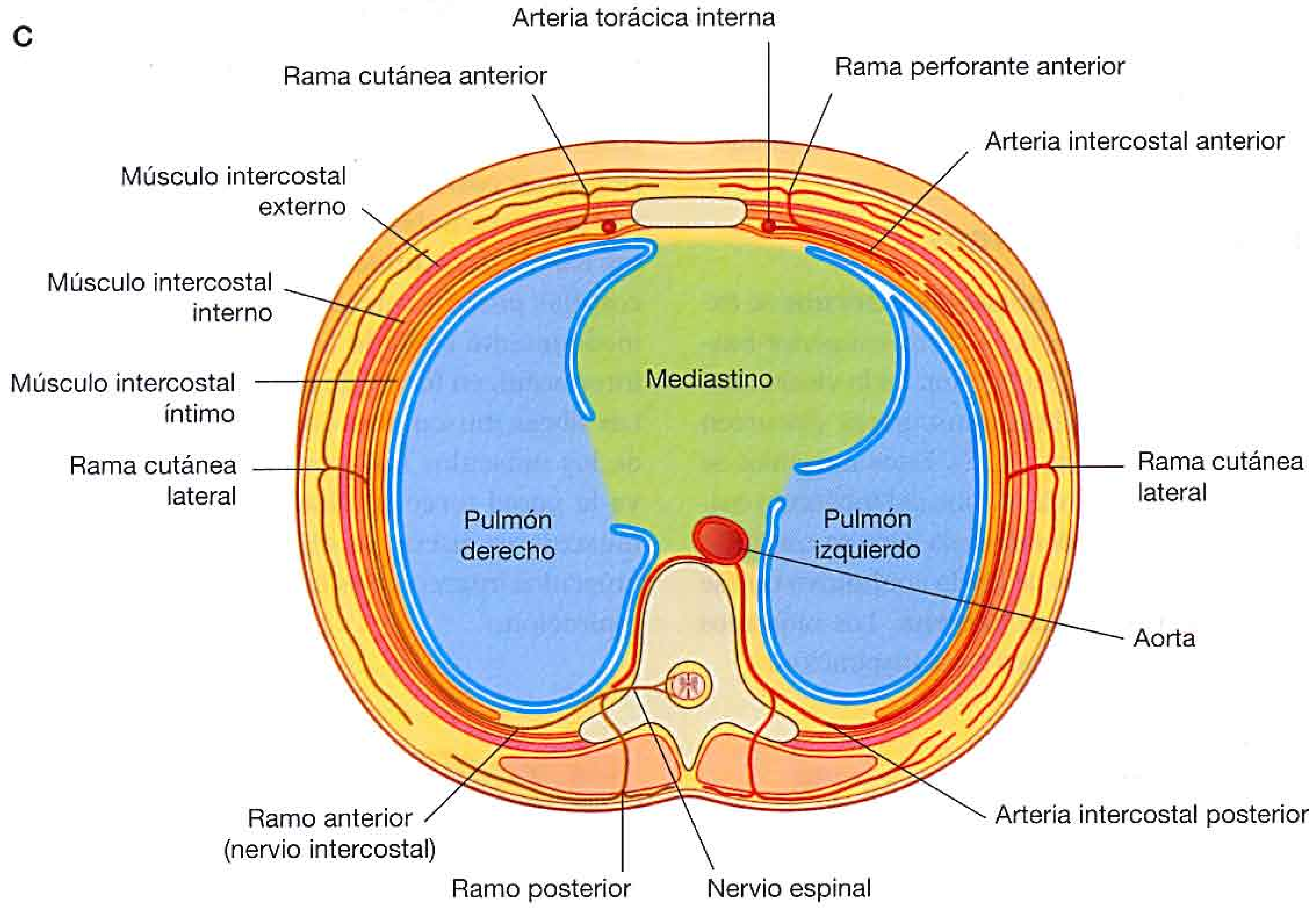


Fig. 3.26 ***(cont.)*** Espacio intercostal. C. Apófisis transversal.

Músculos

Los músculos de la pared torácica incluyen a los que llenan y soportan los espacios intercostales, los que se extienden entre el esternón y las costillas y los que cruzan varias costillas en sus inserciones (tabla 3.2).

Los músculos de la pared torácica, junto con los músculos que se extienden entre las vértebras y la parte posterior de las costillas (p. ej., los **elevadores de las costillas, serrato posterosuperior** y **serrato posteroinferior**) modifican la posición de las costillas y del esternón y, por tanto, cambian el volumen torácico durante la respiración. También refuerzan la caja torácica.

Músculos intercostales

Los **músculos intercostales** son tres músculos planos que se encuentran en cada uno de los espacios intercostales entre costillas adyacentes (fig. 3.27). Cada uno de los músculos de este grupo se denomina según su localización:

- Los músculos intercostales externos son los más superficiales.
- Los músculos intercostales internos se encuentran entre los músculos intercostales externos e íntimos.

Tabla 3.2 Músculos de la pared torácica

Músculo	Inserción superior	Inserción inferior	Inervación	Función
Intercostal externo	Borde inferior de la costilla superior	Superficie superior de la costilla inferior	Nervios intercostales; T1-T11	Más activos durante la inspiración; dan soporte al espacio intercostal, mueven las costillas superiormente
Intercostales internos	Borde lateral del surco costal de la costilla superior	Superficie superior de la costilla inferior profunda a la inserción del intercostal externo asociado	Nervios intercostales; T1-T11	Más activos durante la espiración; dan soporte al espacio intercostal, mueven las costillas inferiormente
Intercostal íntimo	Borde medial del surco costal de la costilla superior	Cara interna de la superficie superior de la costilla inferior	Nervios intercostales; T1-T11	Actúa con los músculos intercostales internos
Subcostales	Superficie interna (cerca del ángulo) de las costillas inferiores	Superficie interna de la seguna o tercera costillas inferiores	Nervios intercostales relacionados	Puede deprimir las costillas
Transverso torácico	Bordes inferiores y superficies internas de la segunda a sexta costillas	Cara inferior de la superficie profunda del cuerpo del esternón, apófisis xifoides y cartílagos costales de las costillas inferiores 3-7	Nervios intercostales relacionados	Deprime los cartílagos costales

Los músculos intercostales están inervados por los nervios intercostales relacionados. Como grupo, los músculos intercostales proporcionan soporte estructural a los espacios intercostales durante la respiración. También pueden mover las costillas.

Músculos intercostales externos

Los once pares de **músculos intercostales externos** se extienden desde los bordes inferiores de la costilla superior hasta la superficie superior de la costilla inferior. En la visión lateral de la pared torácica, las fibras musculares discurren oblicua y anteroinferiormente (fig. 3.27). Estos músculos se extienden en la pared torácica desde la zona del tubérculo costal hasta los cartílagos costales, donde cada capa se continúa en forma de una fina aponeurosis de tejido conjuntivo que se denomina **membrana intercostal externa.** Los músculos intercostales externos son más activos en la inspiración.

Músculos intercostales internos

Los once pares de **músculos intercostales internos** discurren entre el borde más inferior y lateral de los surcos costales de las costillas superiores hasta la superficie superior de las costillas inferiores. Se extienden desde las regiones paraesternales, donde los músculos se disponen entre los cartílagos costales adyacentes hasta el ángulo de las costillas posteriormente (fig. 3.27). Esta capa se prolonga medialmente hacia la columna vertebral, en cada espacio intercostal, en forma de **membrana intercostal interna.** Las fibras musculares discurren en dirección opuesta a la de los músculos intercostales externos. Cuando se observa la pared torácica desde una posición lateral, las fibras musculares discurren oblicua y posteroinferiormente. Los músculos intercostales internos son más activos durante la espiración.

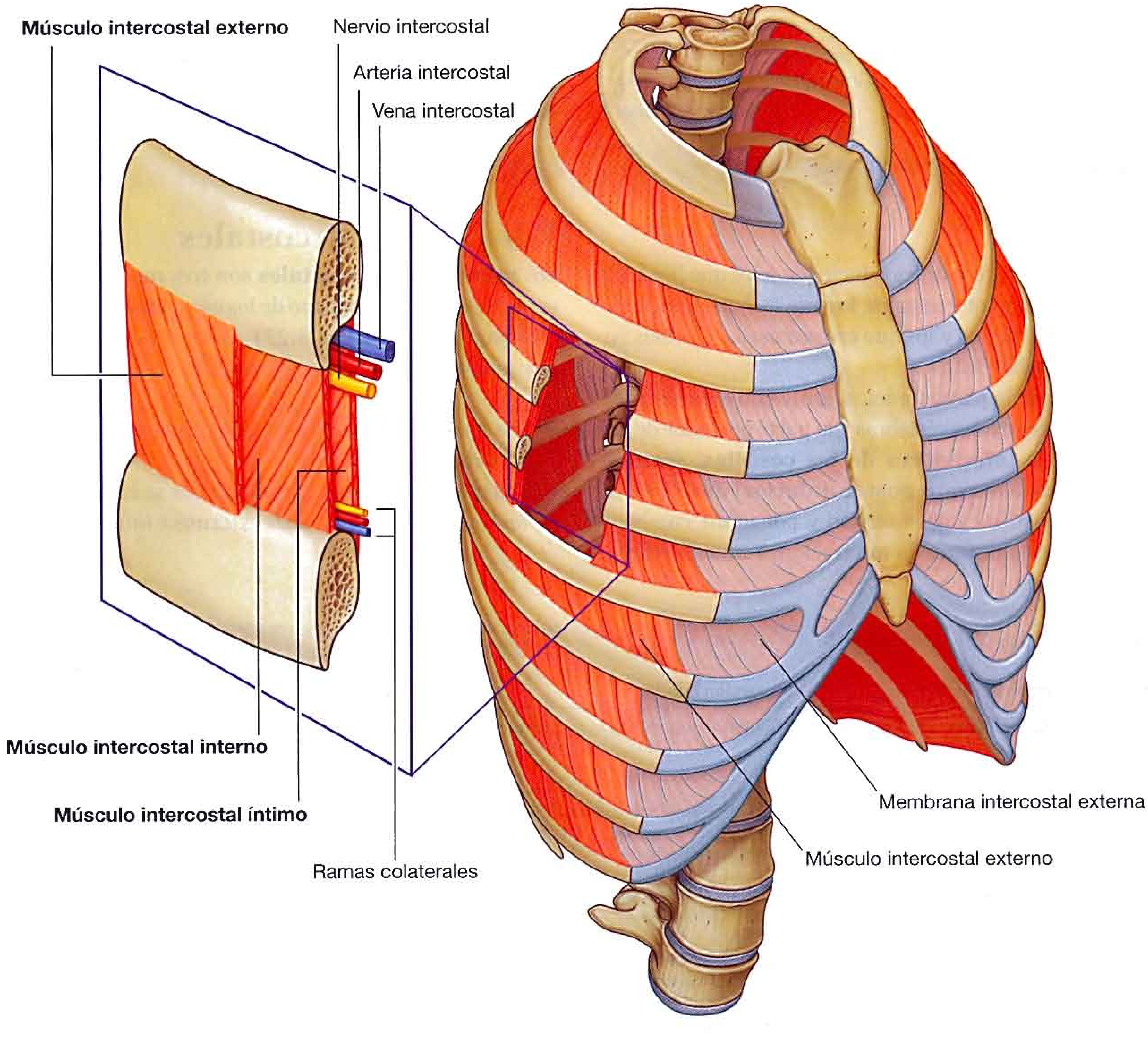


Fig. 3.27 Músculos intercostales.

Músculos intercostales íntimos

Los **músculos intercostales íntimos** son los menos individualizados de la musculatura intercostal y sus fibras tienen la misma orientación de los músculos intercostales internos (fig. 3.27). Estos músculos son más evidentes en la pared torácica lateral. Se insertan en las superficies internas de las costillas adyacentes a lo largo del borde medial del surco costal. Es relevante el hecho de que el paquete neurovascular del espacio intercostal discurre en torno a la pared torácica en los surcos costales en un plano entre los músculos intercostales íntimos e intercostales internos.

Músculos subcostales

Los **músculos subcostales** se encuentran en el mismo plano que los intercostales íntimos, cruzan varias costillas y son más frecuentes en la zona inferior de la pared torácica posterior (fig. 3.28A). Se extienden desde la superficie internas de una costilla a la superficie interna de la segunda o tercera costilla más abajo. Sus fibras discurren paralelas a las de los músculos intercostales internos y se extienden desde el ángulo de las costillas hasta zonas más mediales de las costillas inferiores.

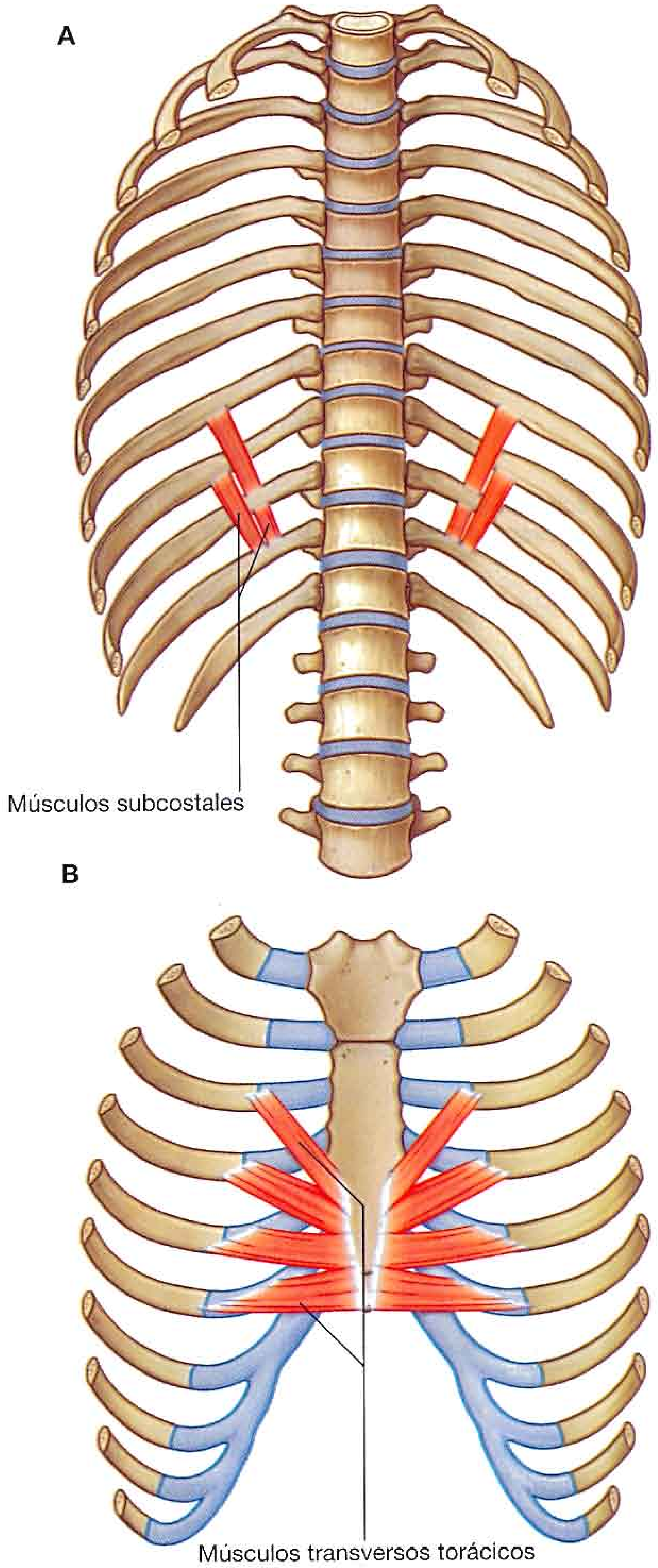


Fig. 3.28 A. Músculos subcostales. B. Músculos transversos torácicos.

Músculo torácico transverso

El **músculo torácico transverso** se encuentra en la superficie profunda de la pared torácica anterior (fig. 3.28B) y en el mismo plano que los músculos intercostales íntimos.

El músculo torácico transverso se origina en la cara posterior de la apófisis xifoides, la parte inferior del cuerpo del esternón y los cartílagos costales adyacentes de las costillas verdaderas inferiores. Discurre superior y lateralmente para insertarse en los bordes inferiores de los cartílagos costales de las costillas 3 a 6. Actúa probablemente traccionando de estos últimos elementos inferiormente.

El músculo torácico transverso se sitúa en profundidad a los vasos torácicos internos y fijan los mismos a la pared.

Arterias

Los vasos que irrigan la pared torácica consisten básicamente en las arterias intercostales anteriores y posteriores que discurren a lo largo de la pared en los espacios intercostales entre las costillas adyacentes (fig. 3.29). Estas arterias se originan en la aorta y en las arterias torácicas internas que a su vez se originan en las arterias subclavias en la base del cuello. En conjunto, las arterias intercostales dan lugar a un patrón de vascularización en forma de cesta en torno a la pared torácica.

Arterias intercostales posteriores

Las **arterias intercostales posteriores** se originan de los vasos asociados a la pared torácica posterior. Las dos primeras arterias intercostales posteriores a cada lado se originan en la **arteria torácica superior**, que desciende por el tórax como rama del tronco costocervical del cuello. El **tronco costocervical** es una rama posterior de la arteria subclavia (fig. 3.29).

Los nueve pares restantes de arterias intercostales posteriores nacen de la superficie posterior de la aorta torácica. De-

Las arterias intercostales anteriores que irrigan los seis espacios intercostales superiores surgen como ramas laterales de la arteria torácica interna, mientras que las que irrigan los espacios inferiores nacen de la arteria musculofrénica.

En cada espacio intercostal suele haber dos arterias intercostales anteriores:

- Una pasa por debajo del borde inferior de la costilla superior.
- La otra pasa por encima del borde superior de la costilla inferior y se une a la rama colateral de la arteria intercostal posterior.

La distribución de los vasos intercostales anteriores y posteriores se superpone y puede presentar anastomosis. Las arterias intercostales anteriores son generalmente más pequeñas que los vasos posteriores.

Además de las arterias intercostales anteriores y otras ramas, la arteria torácica interna proporciona ramas perforantes que pasan directamente hacia delante entre los cartílagos costales para irrigar las estructuras externas de la pared torácica. Estos vasos discurren con las ramas cutáneas anteriores de los nervios intercostales.

Venas

El drenaje venoso de la pared torácica discurre, en general, de forma paralela al patrón de vascularización arterial (fig. 3.30).

Centralmente, las venas intercostales acaban por drenar en el sistema de la ácigos o en las **venas torácicas internas,** que se unen con las **venas braquiocefálicas** en el cuello.

A menudo, las venas intercostales posteriores superiores en el lado izquierdo se unen y forman la **vena intercostal superior izquierda,** que desemboca en la vena braquiocefálica izquierda.

De forma similar, las venas intercostales posteriores superiores del lado derecho pueden unirse y formar la **vena intercostal superior derecha,** que se vacía en la **vena ácigos.**

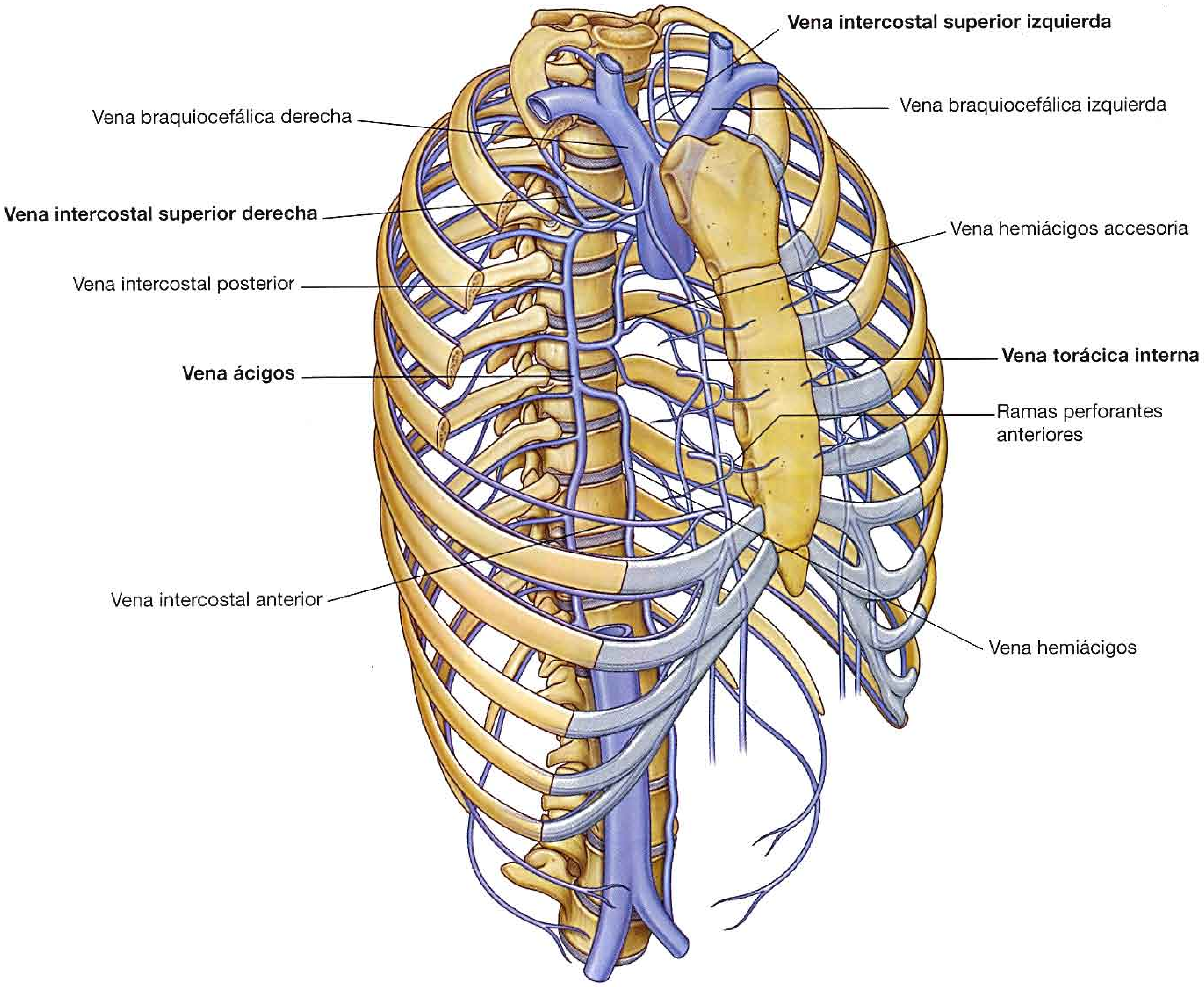


Fig. 3.30 Venas de la pared torácica.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos de la pared torácica drenan fundamentalmente en los nódulos linfáticos asociados a las arterias torácicas internas **(nódulos paraesternales)**, a la cabeza y cuello de las costillas **(nódulos intercostales)** y al diafragma **(nódulos diafragmáticos)** (fig. 3.31). Los nódulos diafragmáticos se encuentran por detrás del xifoides y en la zona en que los nervios frénicos atraviesan el diafragma. También se encuentran en las zonas de inserción del diafragma en la columna vertebral.

Los nódulos paraesternales drenan en los **troncos broncomediastínicos.** Los nódulos intercostales en la parte superior del tórax también drenan en los troncos broncomediastínicos, mientras que los nódulos intercostales de la parte inferior del tórax drenan en el **conducto torácico.**

Los nódulos asociados al diafragma están conectados con los nódulos paraesternales, prevertebrales, yuxtaesofágicos, **braquiocefálicos** (anteriores a las venas braquiocefálicas en el mediastino superior) y **nódulos aórticos laterales** (en el abdomen).

Las regiones superficiales de la pared torácica drenan principalmente en los **nódulos linfáticos axilares** en la axila o en los nódulos paraesternales.

Inervación

Nervios intercostales

La inervación de la pared torácica se realiza principalmente por los **nervios intercostales**, que son los ramos anteriores de los nervios espinales de T1 a T11 y se encuentran en los

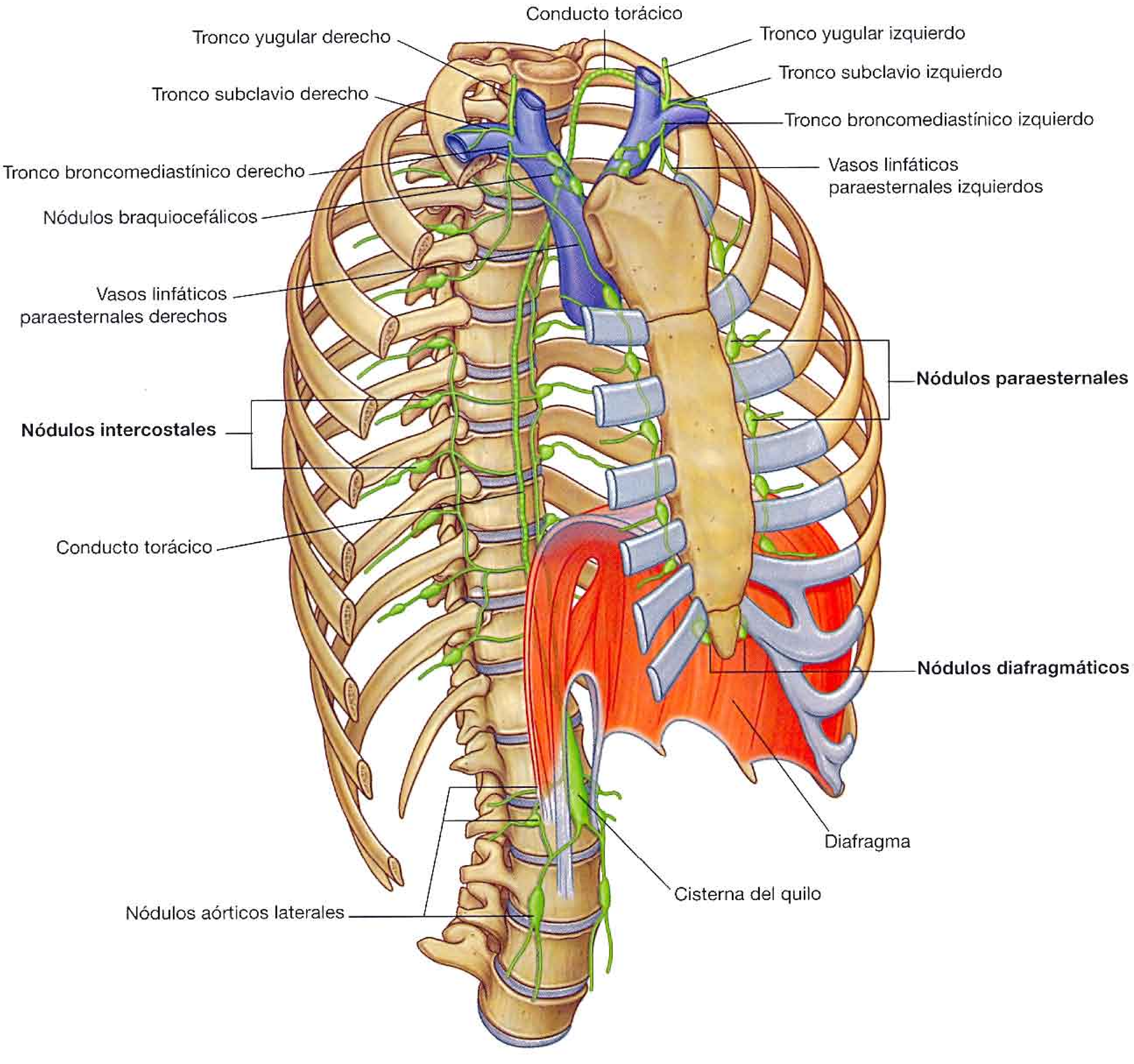


Fig. 3.31 Vasos linfáticos mayores y ganglios de la pared torácica.

espacios intercostales entre las costillas adyacentes. El ramo anterior del nervio espinal de T12 (el **nervio subcostal**) es inferior a la costilla 12 (fig. 3.32).

Un nervio intercostal típico discurre lateralmente en torno a la pared torácica en el espacio intercostal. El ramo más largo es el **ramo cutáneo lateral**, que atraviesa la pared lateral del tórax y se divide en un ramo anterior y otro ramo posterior que inervan la piel suprayacente.

Los nervios intercostales terminan en los **ramos cutáneos anteriores**, que emergen a cada lado del esternón, entre los cartílagos costales adyacentes, o lateralmente a la línea media, en la pared abdominal anterior, para inervar la piel.

Además de estos ramos principales, se puede encontrar pequeños ramos colaterales en el espacio intercostal que discurren a lo largo del borde superior de la costilla inferior.

En el tórax, los nervios intercostales llevan:

- Inervación motora somática a los músculos de la pared del tórax (intercostales, subcostales y músculo transverso torácico).
- Inervación sensitiva somática desde la piel y la pleura parietal.
- Fibras simpáticas posganglionares hacia la periferia.

La inervación sensitiva de la piel de la parte superior de la pared torácica proviene de ramos cutáneos (nervios supraclaviculares), que descienden desde el plexo cervical en el cuello.

Además de la inervación de la pared torácica, los nervios intercostales inervan otras regiones:

- El ramo anterior de T1 contribuye al plexo braquial.
- El ramo cutáneo lateral del segundo nervio intercostal (el **nervio intercostobraquial**) contribuye a la inervación cutánea de la superficie medial de la parte superior del miembro superior.
- Los nervios intercostales inferiores inervan los músculos, piel y peritoneo de la pared abdominal.

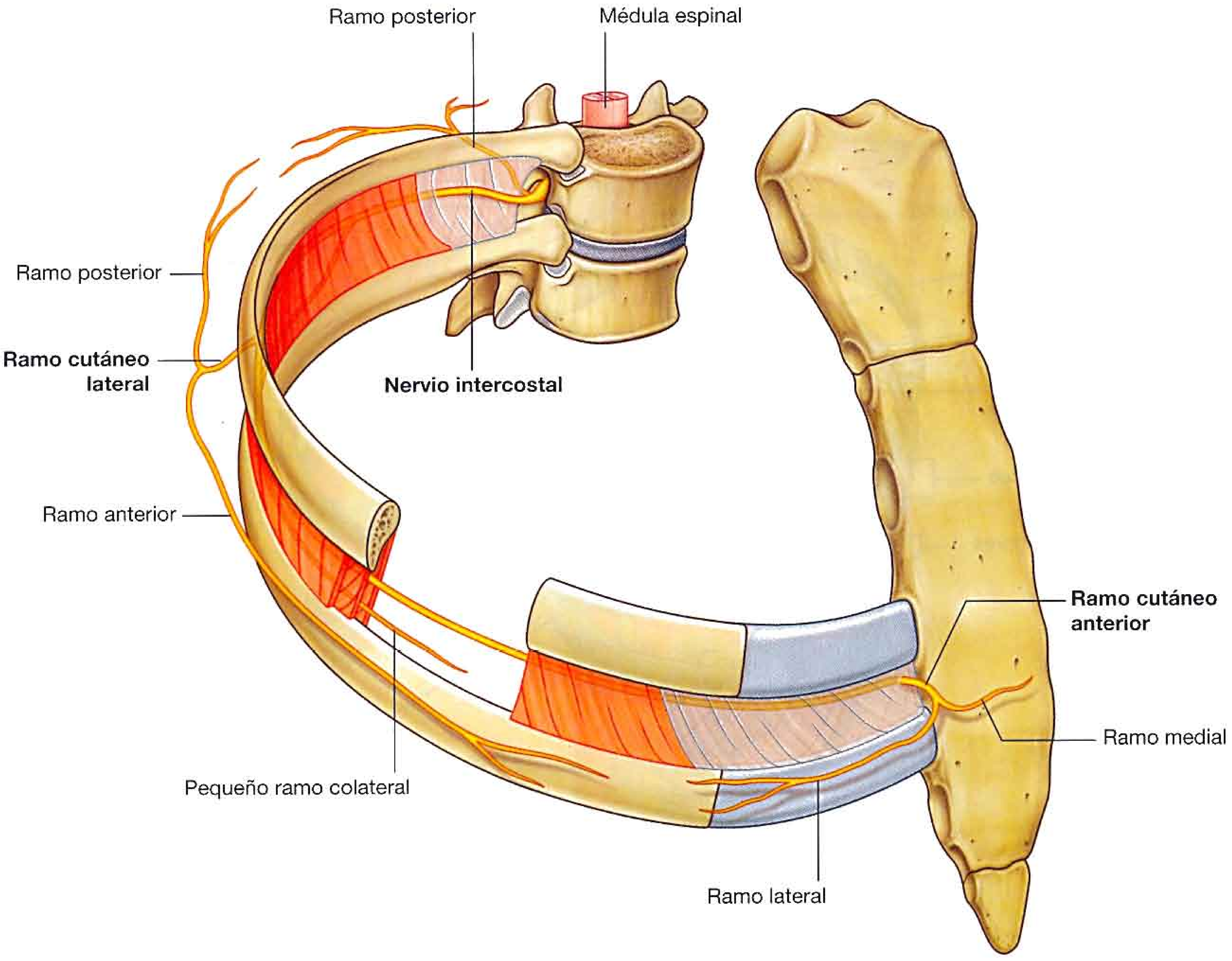


Fig. 3.32 Nervios intercostales.

DIAFRAGMA

El **diafragma** es una estructura musculotendinosa delgada que ocupa la abertura torácica inferior y separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal (fig. 3.33 y v. cap. 4). Se inserta periféricamente en:

- La apófisis xifoides del esternón.
- Los bordes costales de la pared torácica.
- Los extremos de las costillas 11 y 12.
- Los ligamentos que se extienden entre las estructuras de la pared abdominal posterior.
- Las vértebras de la región lumbar.

Desde estas inserciones periféricas, las fibras musculares convergen en un tendón central. El pericardio está unido a la parte media del tendón central.

En el plano mediosagital, el diafragma se curva inferiormente desde su inserción anterior en el xifoides, aproximadamente a nivel vertebral T8/9, hasta su inserción posterior en el **ligamento arqueado medio,** que cruza anteriormente a la aorta aproximadamente a nivel de la vértebra T12.

Las estructuras que se extienden entre el tórax y el abdomen pasan a través del diafragma o entre el diafragma y sus inserciones periféricas:

- La vena cava inferior pasa a través del tendón central aproximadamente al nivel vertebral T8.
- El esófago pasa a través de la parte muscular del diafragma, justo a la izquierda de la línea media, aproximadamente a nivel de la vértebra T10.

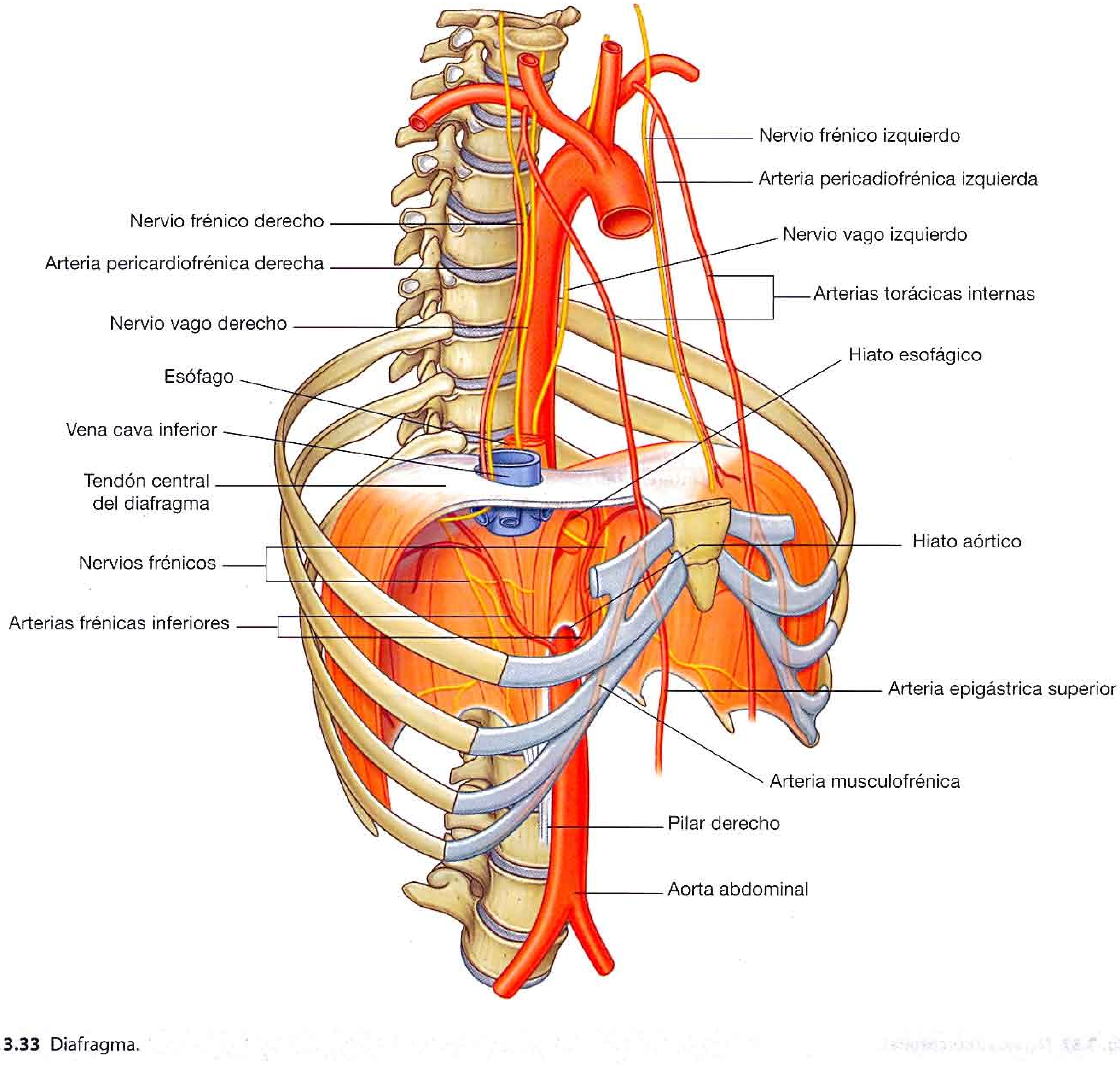


Fig. 3.33 Diafragma.

- El nervio vago pasa a través del diafragma junto con el esófago.
- La aorta pasa por detrás de las inserciones posteriores del diafragma a nivel de la vértebra T12.
- El conducto torácico pasa por detrás del diafragma junto con la aorta.
- Las venas ácigos y hemiácigos pueden pasar también a través del hiato aórtico o a través de los pilares del diafragma.

Otras estructuras que quedan fuera de las inserciones posteriores del diafragma lateralmente al hiato aórtico incluyen los troncos simpáticos y los nervios esplácnicos inferiores. Los nervios esplácnicos mayores y menores pasan a través de los pilares.

Arterias

La irrigación arterial del diafragma proviene de vasos que se encuentran superior e inferior al mismo. Por arriba irrigan el diafragma las arterias pericardiofrénica y musculofrénica. Estos vasos son ramas de las arterias torácicas internas. Las **arterias frénicas superiores,** que nacen directamente de la parte inferior de la aorta torácica, y pequeñas ramas de las arterias intercostales contribuyen a la irrigación. Las arterias más grandes que irrigan el diafragma surgen por debajo del mismo. Estas arterias son las **arterias frénicas inferiores,** que nacen directamente de la aorta abdominal.

Venas

El drenaje venoso del diafragma se realiza a través de venas que generalmente discurren paralelas a las arterias. Estas venas desembocan en:

- Las venas braquiocefálicas del cuello.
- El **sistema de las venas ácigos.**
- Las venas abdominales (vena suprarrenal izquierda y vena cava inferior).

Inervación

El diafragma está inervado por los **nervios frénicos** (C3 a C5), que penetran en el diafragma y lo inervan desde su superficie abdominal.

La contracción de las cúpulas del diafragma lo aplanan, y así aumenta el volumen del tórax. Los movimientos del diafragma son esenciales para la respiración normal.

MOVIMIENTOS DE LA PARED TORÁCICA Y DEL DIAFRAGMA DURANTE LA RESPIRACIÓN

Una de las principales funciones de la pared torácica y del diafragma es modificar el volumen del tórax y con ello desplazar el aire dentro y fuera de los pulmones.

Durante la respiración, las dimensiones del tórax cambian en las dimensiones vertical, lateral y anteroposterior. La elevación y depresión del diafragma modifica significativamente las dimensiones verticales del tórax. La depresión se produce cuando se contraen las fibras del diafragma. La elevación se produce cuando el diafragma se relaja.

Los cambios en las dimensiones anteroposterior y lateral se producen por la elevación y depresión de las costillas (fig. 3.34). Los extremos posteriores de las costillas se articulan con la columna vertebral, mientras que los extremos anteriores de la mayoría de las costillas se articulan con el esternón o con las costillas adyacentes.

Debido a que los extremos anteriores de las costillas son inferiores a los posteriores, cuando las costillas se elevan desplazan el esternón hacia arriba y hacia delante. También, el ángulo entre el cuerpo del esternón y el manubrio puede volverse algo menos agudo. Cuando las costillas se deprimen, el esternón se desplaza hacia abajo y hacia atrás. Este movimiento en «palanca de bomba» cambia las dimensiones en dirección anteroposterior (fig. 3.34A).

Así como los extremos anteriores de las costillas se sitúan más abajo que los extremos posteriores, la zona central del cuerpo tiende a ser más inferior que los dos extremos. Cuando el cuerpo se eleva, su zona central se mueve lateralmente. Este movimiento en «asa de cubo» aumenta las dimensiones laterales del tórax (fig. 3.34B).

Cualquier músculo que se inserta en las costillas puede mover potencialmente una costilla en relación a la otra y, por tanto, actuar como músculos respiratorios accesorios. Los músculos del cuello y del abdomen pueden fijar o modificar la posición de las costillas superiores e inferiores.

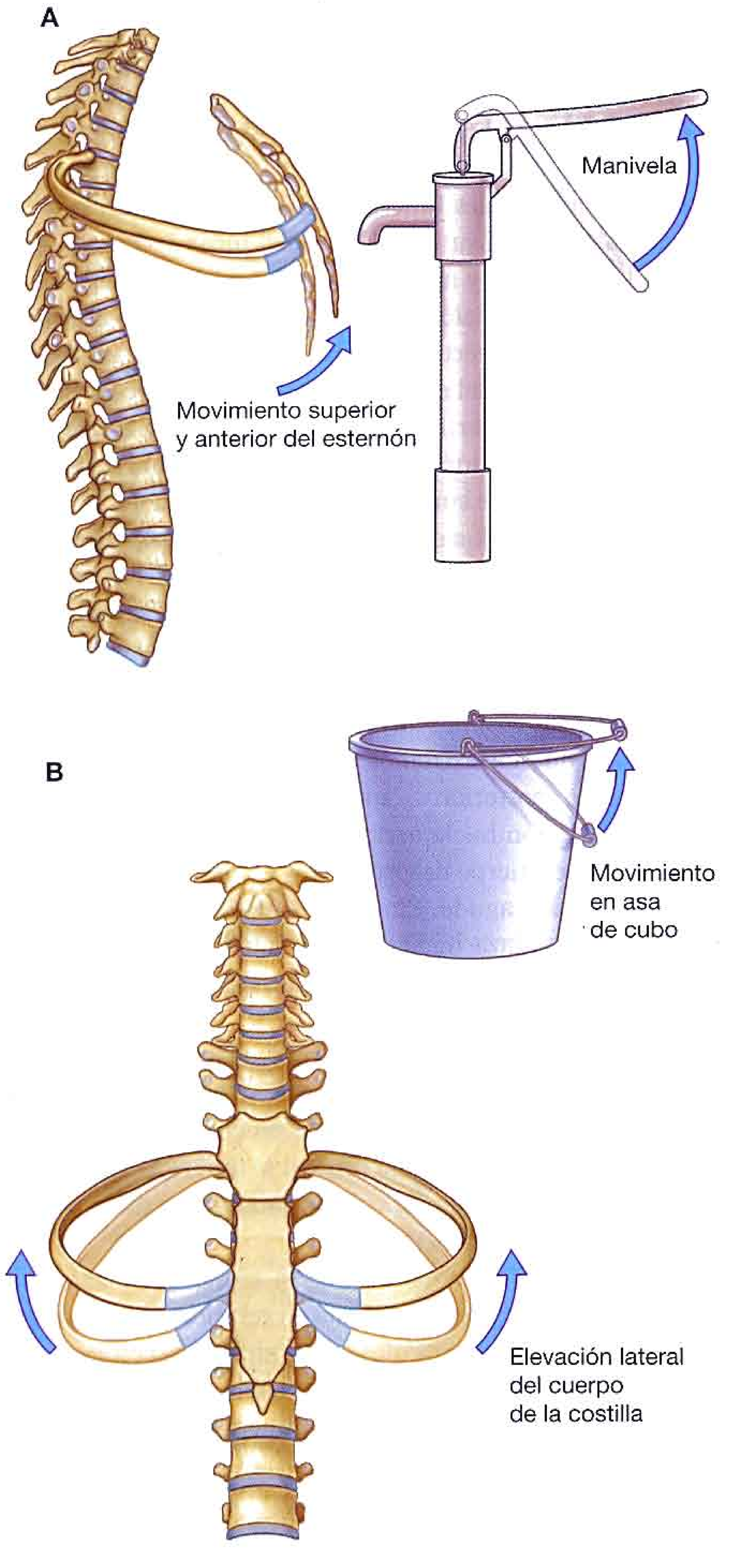


Fig. 3.34 Movimiento de la pared torácica durante la respiración. **A.** Movimiento en manivela de las costillas y esternón. **B.** Movimiento en asa de cubo de las costillas.

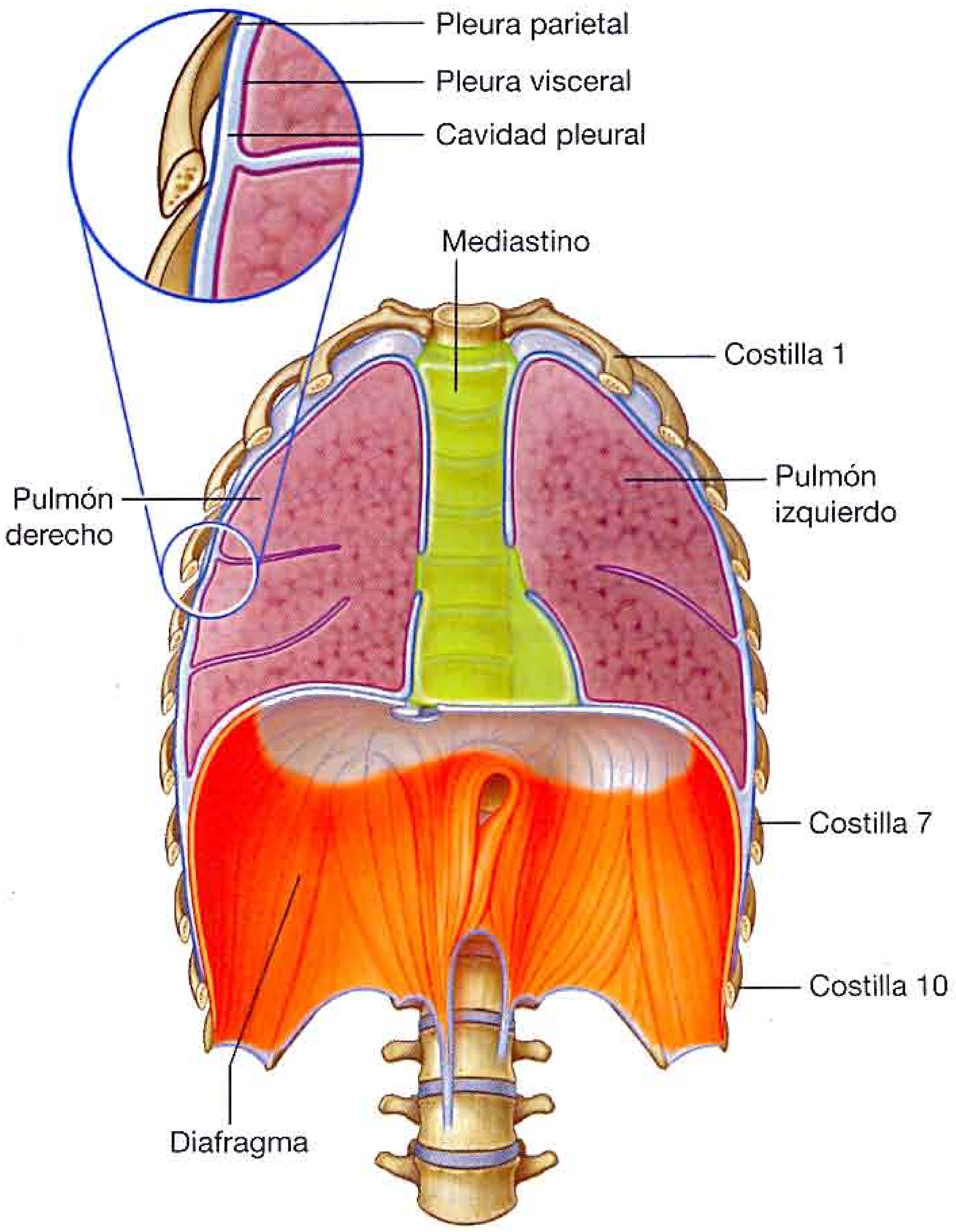


Fig. 3.35 Cavidades pleurales.

CAVIDADES PLEURALES

Dos **cavidades pleurales**, una a cada lado del mediastino, rodean los pulmones (fig. 3.35):

- Superiormente, se extienden por encima de la costilla 1 hasta la raíz del cuello.
- Inferiormente, se extienden hasta un nivel justo por encima del borde costal.
- La pared medial de cada cavidad pleural es el mediastino (v. pág. 153).

Pleura

Cada cavidad pleural esta recubierta de una sola capa de células aplanadas, el mesotelio y una capa asociada de tejido conjuntivo, que sumadas forman la pleura.

La **pleura** está dividida en dos tipos principales según su localización:

- La pleura asociada a las paredes de la cavidad pleural se denomina **pleura parietal.**
- La pleura que se refleja desde la pared medial y sobre la superficie del pulmón es la **pleura visceral** (fig. 3.35), que se adhiere y recubre el pulmón.

Cada cavidad pleural es el espacio potencial que se encuentra cerrado entre las pleuras visceral y parietal. Normalmente sólo contienen una capa muy delgada de líquido seroso. Como consecuencia de ello, la superficie del pulmón, que está cubierta de pleura visceral, se encuentra enfrente y desliza libremente sobre la pleura parietal unida a la pared del tórax.

Pleura parietal

Los nombres que recibe la pleura parietal se corresponden con las partes de la pared a la que se asocian (fig. 3.36).

- La pleura relacionada con las costillas y los espacios intercostales se denomina **parte costal.**
- La pleura que cubre el diafragma es la **pleura diafragmática.**
- La pleura que cubre el mediastino es la **parte mediastínica.**
- La capa de pleura parietal en forma de cúpula que recubre la prolongación cervical de la cavidad pleural es la **pleura cervical (cúpula pleural).**

Finalmente, en la región de las vértebras T5 a T7, la pleura mediastínica se refleja del mediastino en forma de funda tubular para cubrir las estructuras (p. ej., vía aérea, vasos, nervios, linfáticos) que pasan entre los pulmones y el mediastino. Esta funda tubular de cubierta y las estructuras que contiene forman el **pedículo pulmonar.** El pedículo pulmonar se une a la superficie medial del pulmón en una zona denominada **hilio pulmonar.** Aquí la pleura mediastínica se continúa con la pleura visceral.

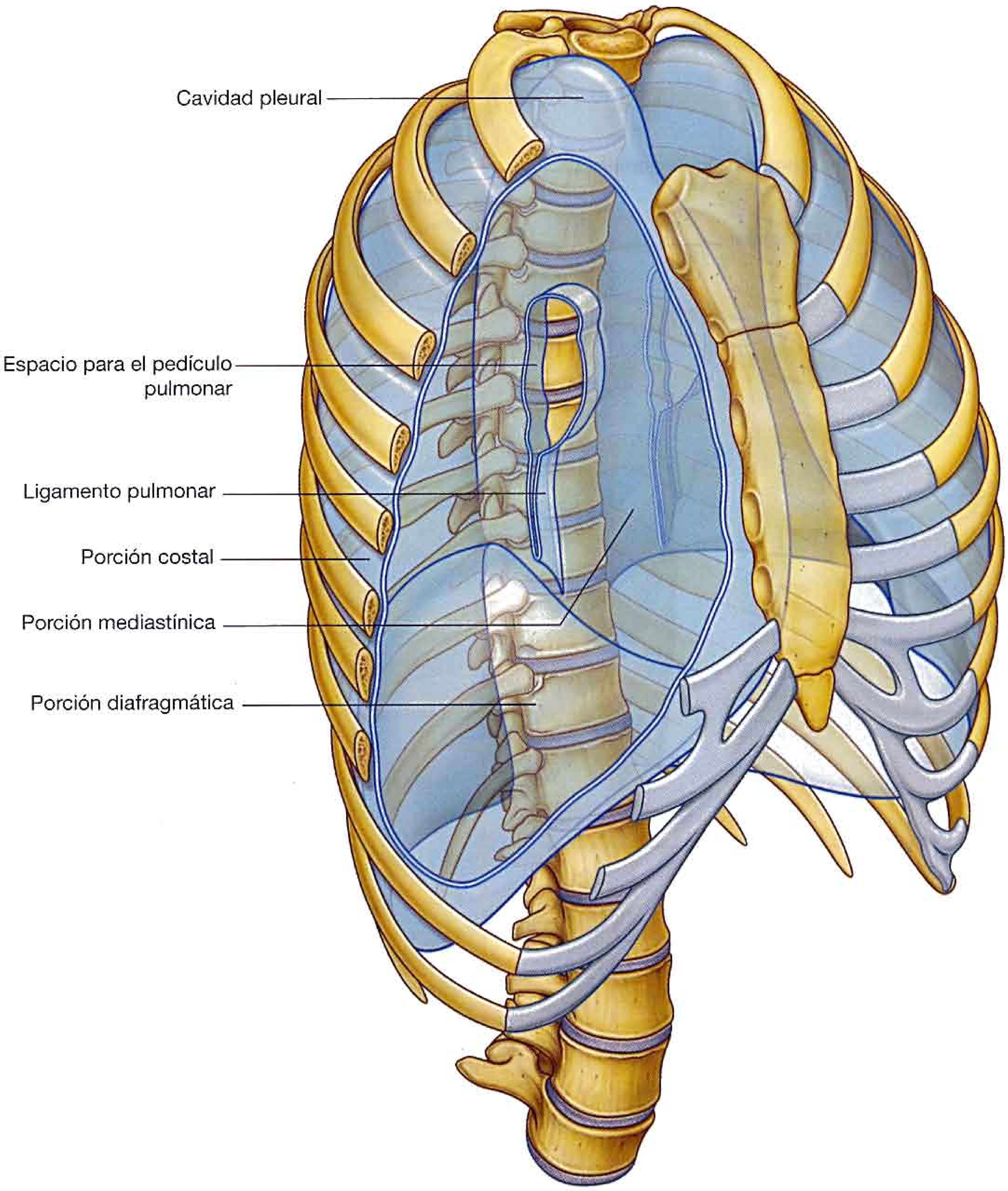


Fig. 3.36 Pleura parietal.

Reflexiones periféricas

Las reflexiones periféricas de la pleura parietal delimitan la extensión de las cavidades pleurales (fig. 3.37).

Superiormente la cavidad pleural se puede prolongar hasta 3-4 cm por encima del primer cartílago costal, pero no se extiende por encima del cuello de la costilla 1. Esta limitación se debe a la inclinación inferior de la costilla 1 para articular con el manubrio.

Anteriormente, las cavidades pleurales se aproximan entre sí posteriores a la parte superior del esternón. Sin embargo, posterior a la parte inferior de esternón, la pleura parietal no se aproxima tanto a la línea media en el lado izquierdo como en el derecho debido a que el mediastino medio, que contiene el pericardio y el corazón se encuentra a la izquierda.

Inferiormente, la pleura costal se refleja sobre el diafragma por encima del borde costal. En la línea medioclavicular la cavidad pleural se prolonga inferiormente hasta aproximadamente la costilla 8. En la línea medioaxilar, se extiende hasta la costilla 10. Desde este punto, el borde inferior transcurre horizontalmente cruzando las costillas 11 y 12 hasta alcanzar la vértebra T12. Desde la línea medioclavicular hasta la columna vertebral, el límite inferior de la pleura se aproxima a una línea que discurre entre la costilla 8, la costilla 10 y la vértebra T12.

Pleura visceral

La pleura visceral se continúa con la pleura parietal en cada uno de los hilios pulmonares donde las estructuras entran y salen del órgano. La pleura visceral está unida firmemente a la superficie del pulmón, incluyendo las superficies opuestas de las fisuras que dividen los pulmones en lóbulos.

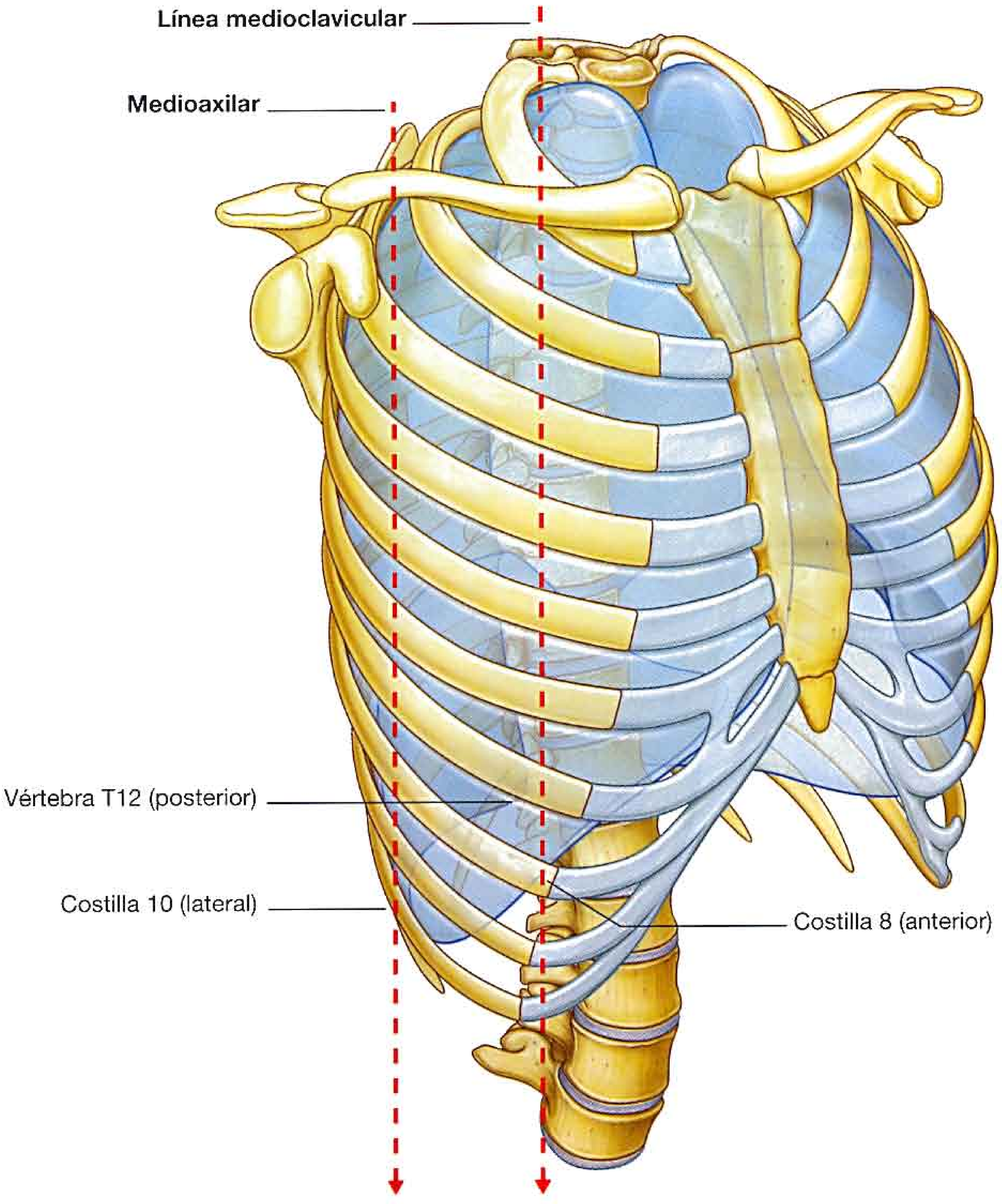


Fig. 3.37 Reflexiones pleurales.

Recesos pleurales

Los pulmones no rellenan completamente la zona inferior de las cavidades pleurales (fig. 3.38). Esto da lugar a la formación de recesos en los que ambas capas de pleura parietal se encuentran en contacto. La expansión de los pulmones en estos espacios se produce solamente durante la inspiración forzada; estos recesos también suponen espacios potenciales en los que se puede acumular líquidos y de donde pueden ser aspirados.

Recesos costomediastínicos

Anteriormente, existe un **receso costomediastínico** a cada lado, donde la pleura parietal se enfrenta a la pleura mediastínica. El mayor se encuentra en el lado izquierdo en la región que recubre el corazón.

Recesos costodiafragmáticos

Los recesos más grandes y de mayor importancia clínica son los **recesos costodiafragmáticos**, que se encuentran en cada una de las cavidades pleurales entre la pleura costal y la pleura diafragmática (fig. 3.38). Los recesos costodiafragmáticos se encuentran entre el borde inferior de los pulmones y el borde inferior de las cavidades pleurales. Son más profundos después de una espiración forzada y menos acentuados tras una inspiración forzada.

Durante una respiración tranquila el borde inferior del pulmón cruza la costilla 6 en la línea medioclavicular, la costilla 8 en la línea medioaxilar y después discurre aproximadamente horizontal para alcanzar la columna vertebral a nivel de T10. Desde la línea medioclavicular y en torno a la pared torácica hasta la columna vertebral, el borde inferior del pulmón se aproxima a una línea que discurre entre la costilla 6 y 8 y la vértebra T10. El borde inferior de la cavidad pleural en los mismos puntos es la costilla 8 y 10 y la vértebra T12. Los recesos costodiafragmáticos se localizan en la región entre ambos márgenes.

Durante la espiración, el borde inferior de los pulmones asciende y los recesos costodiafragmáticos aumentan de tamaño.

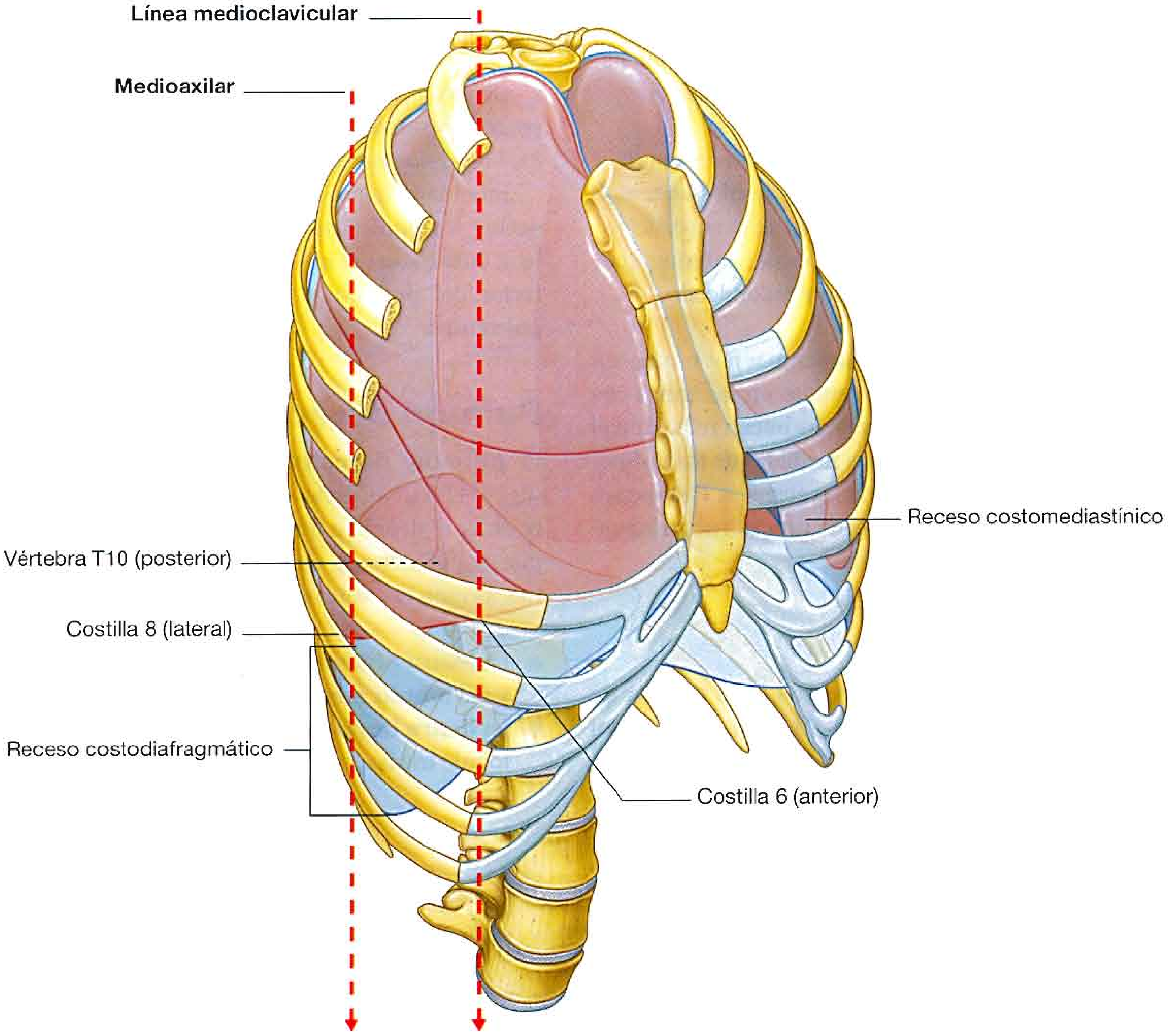


Fig. 3.38 Reflexiones y recesos de la pleura parietal.

Pulmones

Ambos pulmones son órganos respiratorios y se encuentran a ambos lados del mediastino rodeados por las cavidades pleurales derecha e izquierda respectivamente. El aire entra y sale de los pulmones a través de los bronquios principales, que son ramas de la tráquea.

Las arterias pulmonares llevan sangre desoxigenada a los pulmones desde el ventrículo derecho del corazón. La sangre oxigenada retorna a la aurícula izquierda a través de las venas pulmonares.

El pulmón derecho es normalmente un poco mayor que el izquierdo debido a que el mediastino medio que contiene el corazón, está más a la izquierda que a la derecha.

Cada pulmón tiene forma de medio cono, con una base, un vértice, dos caras y tres bordes (fig. 3.39).

- La **base** se apoya en el diafragma.
- El **vértice** se proyecta por encima de la costilla 1 hacia la raíz del cuello.
- Las dos caras: la **cara costal** queda inmediatamente adyacente a las costillas y los espacios intercostales de la pared torácica. La **cara mediastínica** se apoya en el mediastino anteriormente y en la columna vertebral posteriormente y contiene el hilio pulmonar en forma de coma, a través del cual entran y salen las diversas estructuras.
- Los tres bordes: el **borde inferior** del pulmón es agudo y separa la base de la superficie costal. Los bordes **anterior** y **posterior** separan la superficie costal de la superficie medial. A diferencia de los bordes anterior e inferior, que son agudos, el borde posterior es liso y redondeado.

Los pulmones se relacionan directamente y, por tanto, son deformados por las estructuras contenidas en las zonas circundantes. El corazón y los grandes vasos hacen relieve en el mediastino e indentan las superficies mediales de los pulmones; las costillas indentan las superficies costales. Patologías, como los tumores u otras anomalías de una estructura pueden afectar a las estructuras asociadas.

Pedículo e hilio

El **pedículo** de cada pulmón es un corto grupo tubular de estructuras que conectan el pulmón a las estructuras del mediastino (fig. 3.40). Está cubierto por un manguito de pleura mediastínica que se refleja sobre la superficie del pulmón en forma de pleura visceral. La región delimitada por esta reflexión pleural en la superficie medial del pulmón es el **hilio**, a través del cual entran y salen estructuras.

Un fino repliegue falciforme de pleura se prolonga inferiormente desde el pedículo pulmonar y se extiende desde el hilio hasta el mediastino. Esta estructura es el **ligamento pulmonar**, que puede estabilizar la posición del lóbulo inferior y puede dejar sitio para el desplazamiento de ascenso y descenso de las estructuras del pedículo durante la respiración.

En el mediastino, el nervio vago pasa inmediatamente posterior a los pedículos pulmonares, mientras que los nervios frénicos pasan inmediatamente anteriores a ellos.

En el interior del pedículo y el hilio se encuentran:

- Una arteria pulmonar.
- Dos venas pulmonares.
- Un bronquio principal.
- Los vasos bronquiales.
- Nervios.
- Linfáticos.

Generalmente, la arteria pulmonar se encuentra en la parte superior del hilio, las venas pulmonares son inferiores y los bronquios están en posición algo posterior.

En el lado derecho, el bronquio lobar para el lóbulo superior se ramifica desde el bronquio principal en el pedículo, a diferencia del lado izquierdo donde se ramifica en el interior del pulmón y se encuentra superior a la arteria pulmonar.

Pulmón derecho

El **pulmón derecho** tiene tres lóbulos y dos fisuras (fig. 3.41A). Normalmente, los lóbulos se mueven libremente entre sí debido a que están separados, casi hasta el hilio, por invaginaciones de la pleura visceral. Estas invaginaciones forman las fisuras:

- La **fisura oblicua** separa el **lóbulo inferior** del superior y del **lóbulo medio del pulmón derecho.**
- La **fisura horizontal** separa el **lóbulo superior** del lóbulo medio.

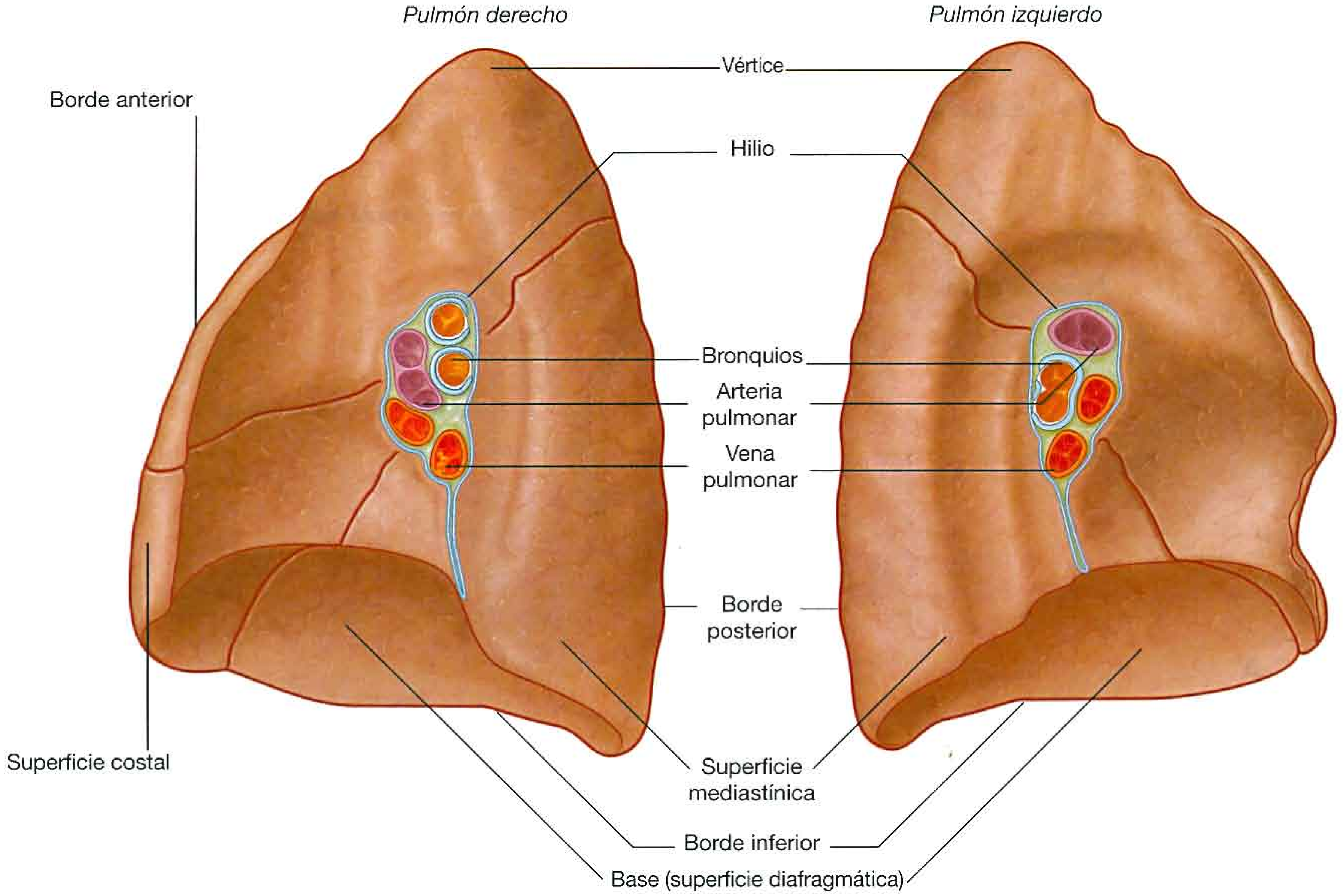


Fig. 3.39 Pulmones.

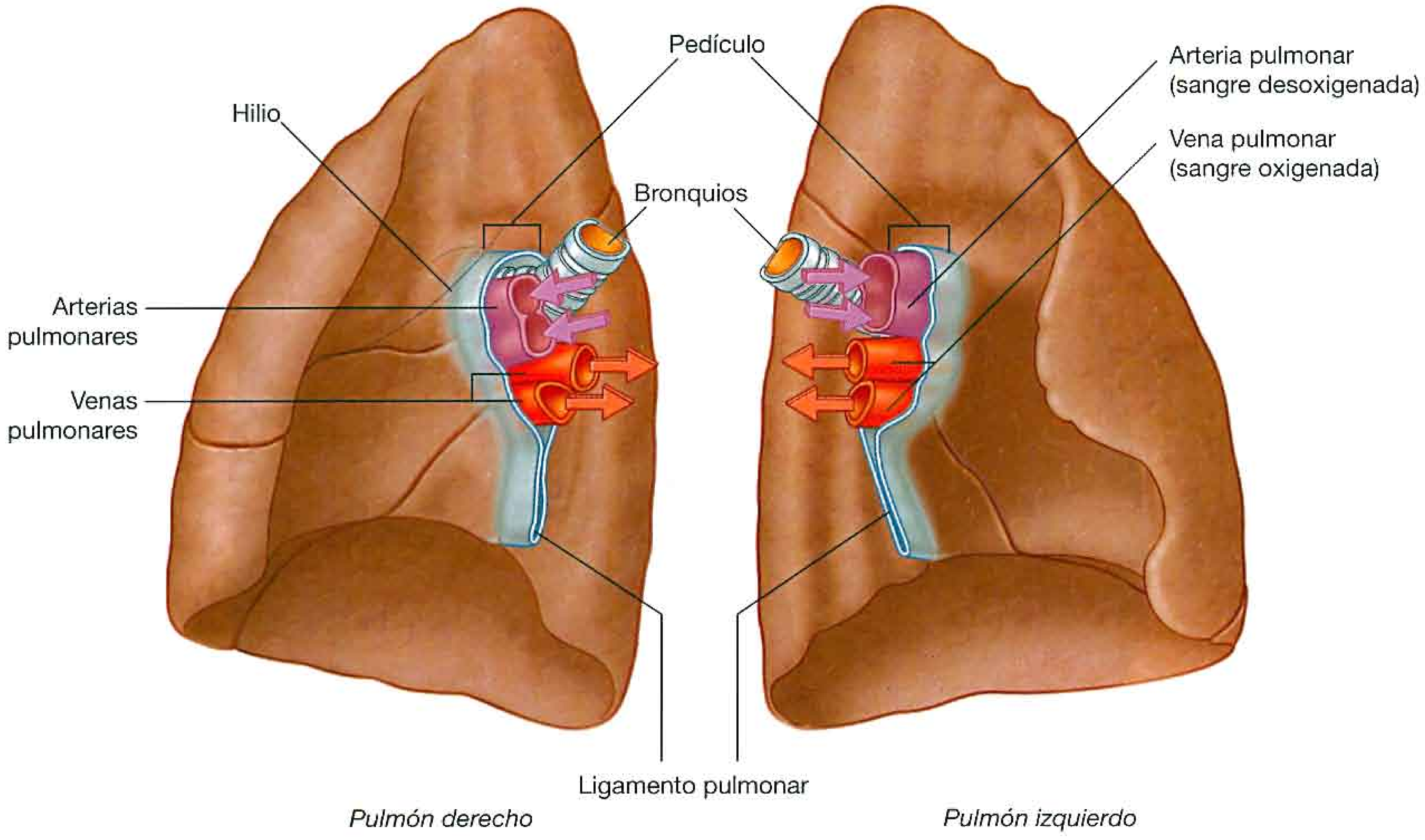
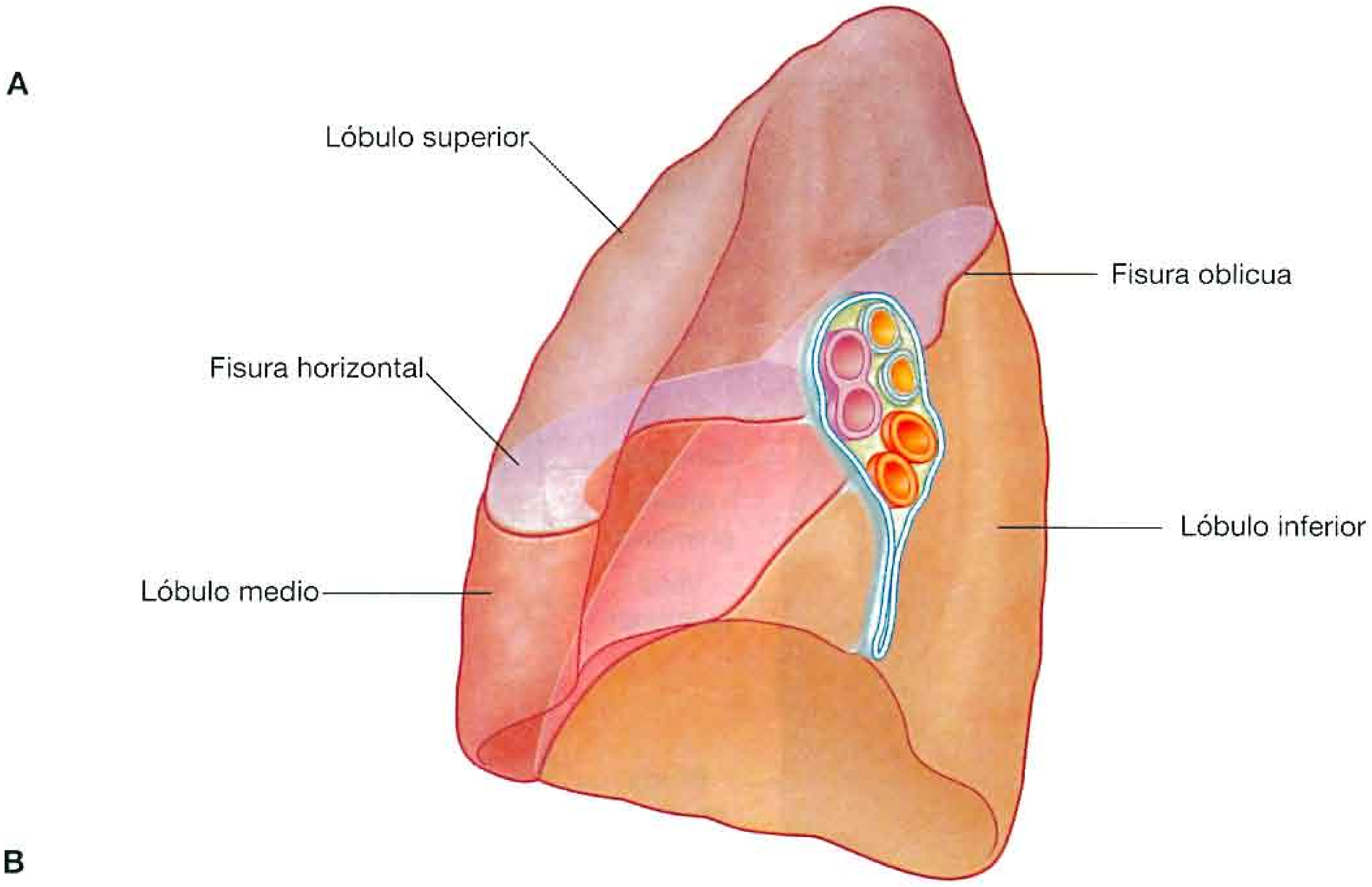


Fig. 3.40 Pedículo e hilios pulmonares.



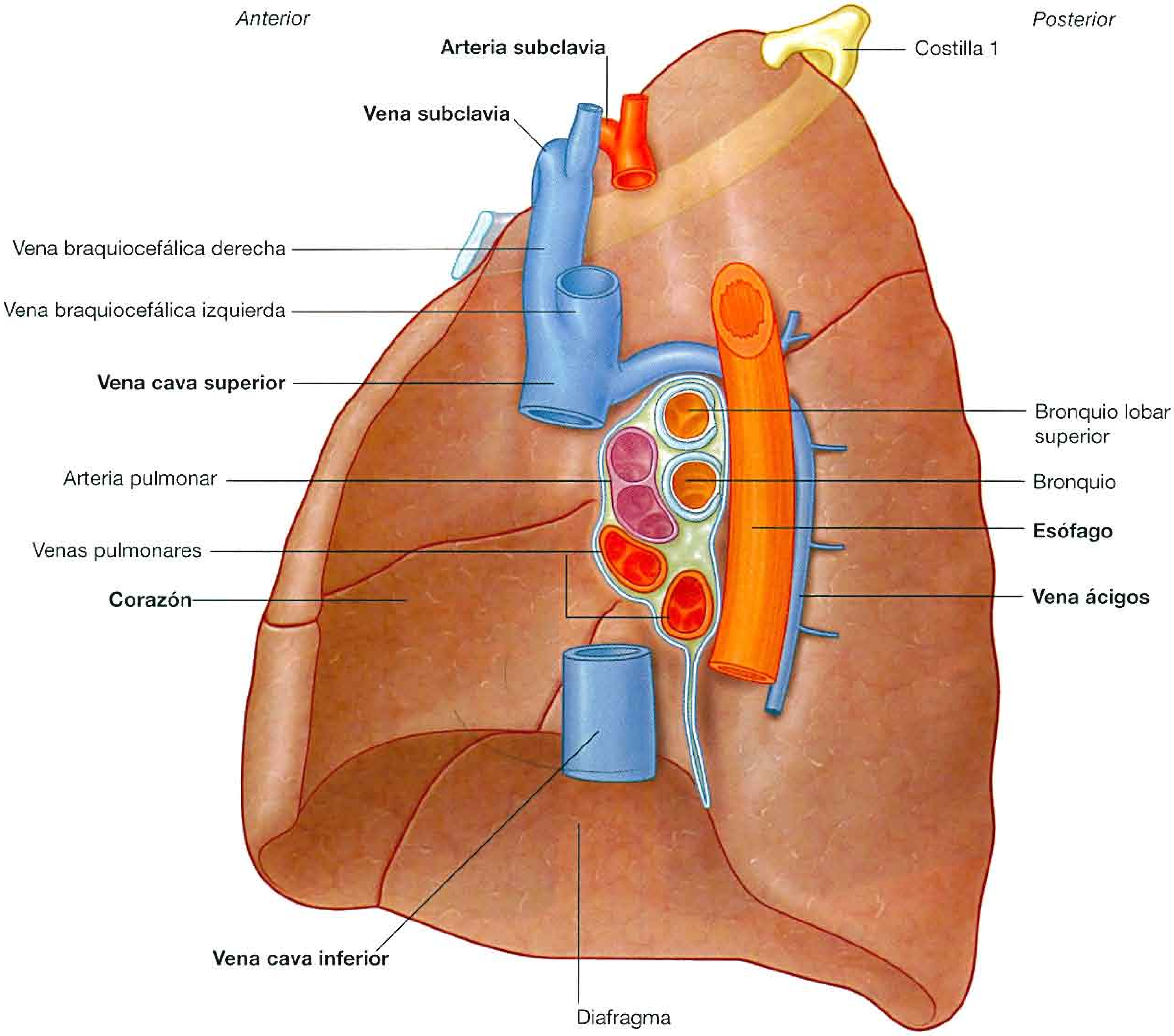


Fig. 3.41 A. Pulmón derecho. B. Estructuras importantes relacionadas con el pulmón derecho.

La localización aproximada de la cisura oblicua en un paciente con respiración tranquila se puede representar aproximadamente mediante una línea curva sobre la pared del tórax que comienza en la apófisis espinosa de la vértebra T4, cruza el quinto espacio intercostal lateralmente y después sigue el contorno de la costilla 6 anteriormente (v. pág. 207).

La fisura horizontal sigue el cuarto espacio intercostal desde el esternón hasta que se cruza con la fisura oblicua cuando cruza la costilla 5.

La orientación de las fisuras oblicua y horizontal determina donde se deben auscultar los sonidos pulmonares de cada lóbulo.

La mayor superficie del lóbulo superior se encuentra en contacto con la parte superior de la pared anterolateral y el vértice de este lóbulo se prolonga hacia la raíz del cuello. La superficie del lóbulo medio queda en gran medida adyacente a la parte inferior de la pared anterior y lateral. La superficie costal del lóbulo inferior se encuentra en contacto con las paredes posterior e inferior.

Cuando se auscultan los sonidos pulmonares de cada lóbulo, es importante colocar el estetoscopio en las áreas de la pared torácica relacionadas con las posiciones de los lóbulos subyacentes (v. pág. 208).

La superficie medial del pulmón derecho es adyacente a numerosas estructuras importantes en el mediastino y en la raíz del cuello (fig. 3.41B). entre ellas se incluyen:

- El corazón.
- La vena cava inferior.
- La vena cava superior.
- La vena ácigos.
- El esófago.

La arteria y venas subclavia derecha rodean y se encuentran relacionadas con el lóbulo superior del pulmón derecho cuando pasan por encima de la cúpula de la pleura cervical hacia la axila.

Pulmón izquierdo

El **pulmón izquierdo** es más pequeño que el derecho y consta de dos lóbulo separados por una fisura oblicua (fig. 3.42A). La **fisura oblicua** del pulmón izquierdo es ligeramente más oblicua que la fisura correspondiente del pulmón derecho.

Durante la respiración tranquila, la localización aproximada de la fisura oblicua izquierda se puede representar por una línea curva sobre la pared del tórax que comienza entre las apófisis espinosas de las vértebras T3 y T4, cruza el quinto interespacio lateralmente y sigue el contorno de la costilla 6 anteriormente (v. pág. 207).

Al igual que el pulmón derecho, la orientación de la fisura oblicua determina dónde auscultar los sonidos pulmonares de cada lóbulo.

La mayor superficie del lóbulo superior se encuentra en contacto con la parte superior de la pared anterolateral, y el vértice de este lóbulo se prolonga en la raíz del cuello. La superficie costal del lóbulo inferior se encuentra en contacto con las paredes posterior e inferior.

Cuando se auscultan los sonidos pulmonares de cada uno de los lóbulos, el estetoscopio se debe colocar en las áreas de la pared torácica relacionadas con las posiciones de los lóbulos subyacentes (v. pág. 208).

La parte inferior de la superficie medial del pulmón izquierdo, a diferencia del derecho, tiene una escotadura por la proyección del corazón en la cavidad pleural izquierda desde el mediastino medio.

En la superficie anterior de la parte inferior del lóbulo superior existe una proyección en forma de lengua (la **língula del pulmón izquierdo**) sobre el relieve cardíaco.

La superficie medial del pulmón izquierdo queda adyacente a numerosas estructuras importantes del mediastino y de la raíz del cuello (fig. 3.42B). Éstas incluyen:

- El corazón.
- El cayado aórtico.
- La aorta torácica.
- El esófago.

La arteria y vena subclavia izquierda rodean y están relacionadas con el lóbulo superior del pulmón izquierdo cuando pasan por encima de la cúpula de la pleura cervical hacia la axila.

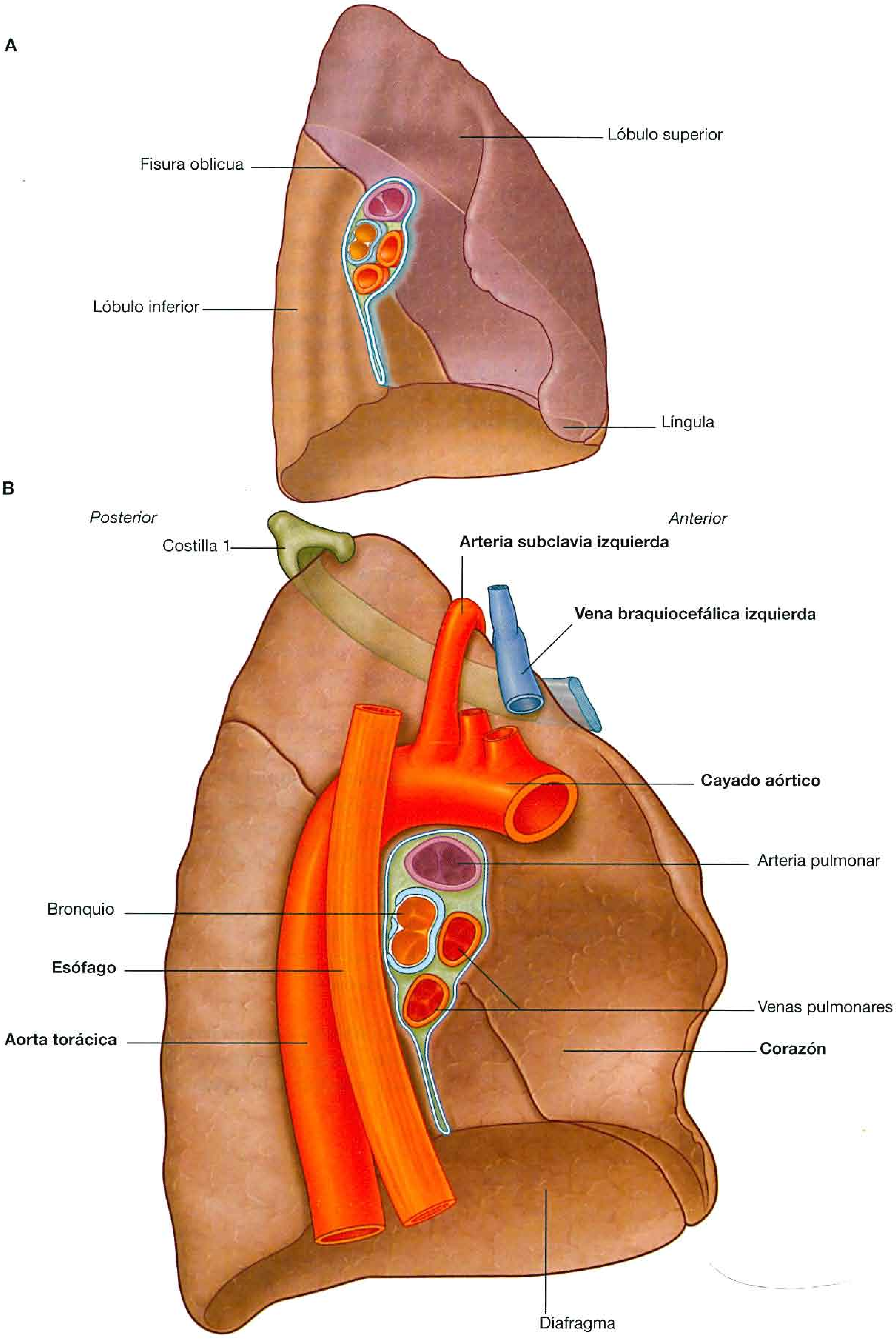


Fig. 3.42 **A.** Pulmón izquierdo. **B.** Estructuras importantes relacionadas con el pulmón izquierdo.

Árbol bronquial

La **tráquea** es un tubo flexible que se extiende desde el nivel C6 en la parte inferior del cuello hasta las vértebras T4/5 en el mediastino medio, donde se bifurca en un bronquio principal derecho y un bronquio principal izquierdo (fig. 3.43). La tráquea se mantiene abierta por unos anillos cartilaginosos transversos en forma de C que están incluidos en la pared, la parte abierta de la C es posterior. La pared posterior de la tráquea está compuesta en su mayoría por músculo liso.

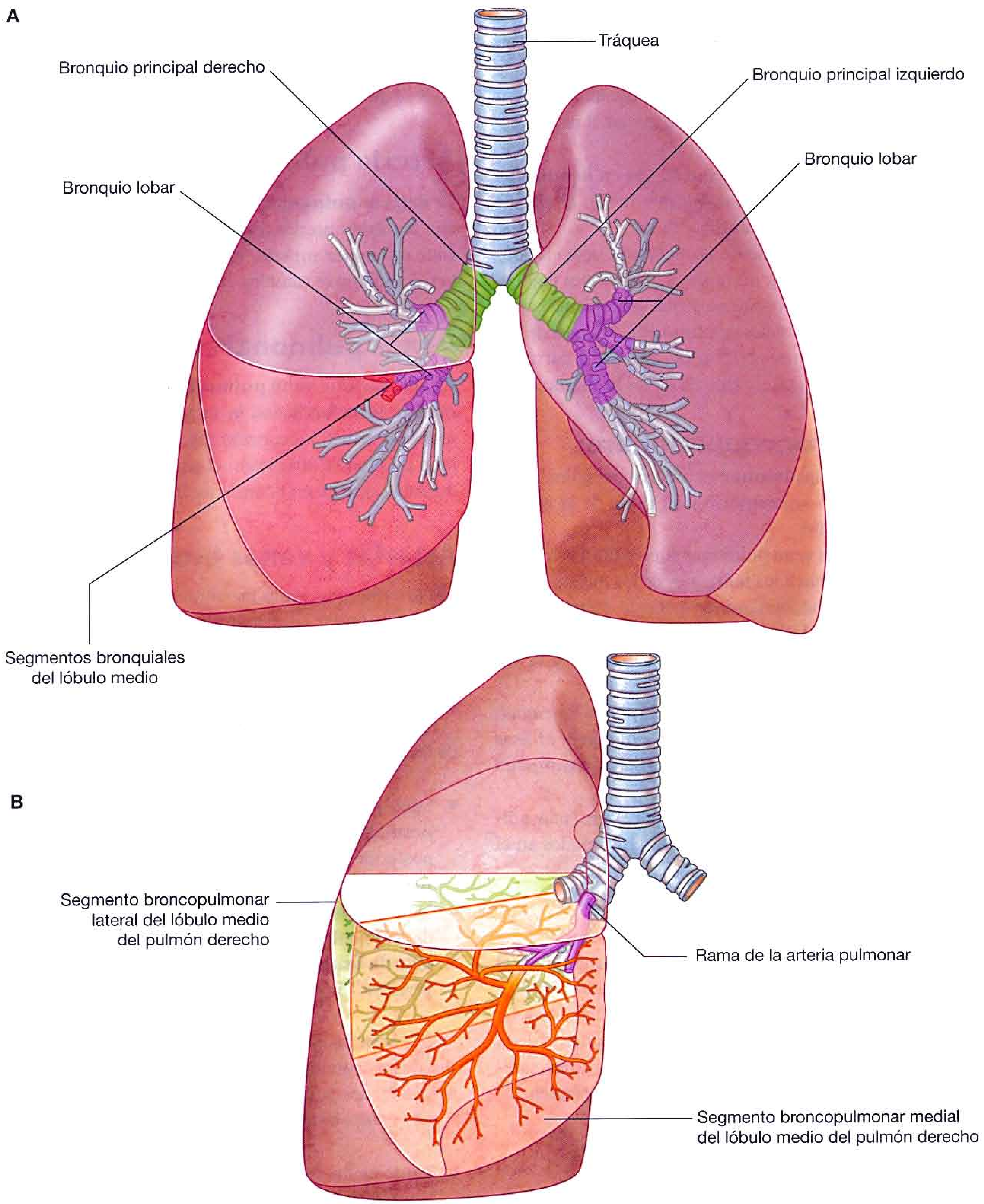


Fig. 3.43 **A.** Árbol bronquial. **B.** Segmentos broncopulmonares.

Cada uno de los bronquios principales entra en el pedículo pulmonar y pasa a través del hilio al interior del propio pulmón. El **bronquio principal derecho** es más ancho y tiene un trayecto más vertical a través del pedículo y del hilo que el **bronquio principal izquierdo** (fig. 3.43A). *Por tanto, los cuerpos extraños inhalados tienden a alojarse con mayor frecuencia en el lado derecho que en el izquierdo.*

El bronquio principal se divide en el interior del pulmón en **bronquios lobares** (bronquios secundarios), cada uno de los cuales lleva el aire a un lóbulo. En el lado derecho, el bronquio lobar para el lóbulo superior se origina en el propio pedículo pulmonar.

Los bronquios lobares se dividen a su vez en **bronquios segmentarios** (bronquios terciarios), que llevan el aire de cada segmento broncopulmonar (fig. 3.43B).

En el interior de cada segmento broncopulmonar, el bronquio segmentario da lugar a múltiples generaciones de divisiones y, finalmente, a los bronquiolos, que se dividen a su vez y llevan el aire a las superficies respiratorias. Las paredes de los bronquios se mantienen abiertas por placas de cartílago alargadas discontinuas, que no existen en los bronquiolos.

Segmentos broncopulmonares

Un **segmento broncopulmonar** es un área del pulmón suplida por un bronquio segmentario y su rama de la arteria pulmonar acompañante.

Las tributarias de la vena pulmonar suelen discurrir entre los segmentos y en torno a los márgenes de los mismos.

Cada segmento broncopulmonar tiene la forma de un cono irregular con el vértice en el origen del bronquio segmentario y la base se extiende periféricamente hacia la superficie del pulmón.

Un segmento broncopulmonar es el elemento funcionalmente independiente más pequeño del pulmón y el área más pequeña de pulmón que puede ser aislada y extirpada sin afectar a las regiones adyacentes.

Existen diez segmentos broncopulmonares en cada pulmón (fig. 3.44); algunos de los cuales están fusionados en el pulmón izquierdo.

Arterias pulmonares

Las arterias pulmonares derecha e izquierda se originan en el **tronco pulmonar** y llevan la sangre desoxigenada a los pulmones desde el ventrículo derecho del corazón (fig. 3.45). La bifurcación del tronco pulmonar se sitúa a la izquierda de la línea media por debajo del nivel vertebral T4/5, y anteroinferiormente y a la izquierda de la bifurcación de la tráquea.

Arteria pulmonar derecha

La **arteria pulmonar derecha** es más larga que la izquierda y discurre horizontalmente a través del mediastino (fig. 3.45), y pasa:

- Anteriormente y ligeramente inferior a la bifurcación de la tráquea y anterior al bronquio principal derecho.
- Posteriormente a la aorta ascendente, vena cava superior y vena pulmonar superior derecha.

La arteria pulmonar derecha entra en el pedículo pulmonar y da una gran rama para el lóbulo superior del pulmón. El tronco principal continúa a través del hilio pulmonar, da una segunda rama (recurrente) para el lóbulo superior y después se divide para irrigar los lóbulos medio e inferior.

Arteria pulmonar izquierda

La **arteria pulmonar izquierda** es más corta que la derecha y queda anterior a la aorta descendente y posterior a la vena pulmonar superior (fig. 3.45). Pasa a través del pedículo y del hilio y se ramifica en el interior del pulmón.

Venas pulmonares

A cada lado una **vena pulmonar superior** y una **vena pulmonar inferior** llevan la sangre oxigenada desde los pulmones de vuelta al corazón (fig. 3.45). Las venas parten del hilio pulmonar, atraviesan el pedículo del pulmón y drenan inmediatamente en la aurícula izquierda.

Arterias y venas bronquiales

Las arterias y las venas bronquiales (fig. 3.45) constituyen el sistema vascular «nutritivo» (sistémico) de los tejidos pulmonares (paredes y glándulas bronquiales, paredes de los grandes vasos y pleura visceral). Se interconectan en el interior del pulmón con ramas de las arterias y venas pulmonares.

Las arterias bronquiales se originan de la aorta torácica o de una de sus ramas:

- Suele existir una **arteria bronquial derecha** única que normalmente nace de la tercera arteria intercostal posterior (pero ocasionalmente se origina de la **arteria bronquial izquierda superior)**.
- Las dos **arterias bronquiales izquierdas** nacen directamente de la cara anterior de la aorta torácica: la **arteria bronquial izquierda superior** nace a nivel de la vértebra T5, y la inferior, por debajo del bronquio izquierdo.

Las arterias bronquiales discurren por la superficie posterior de los bronquios y se ramifican en los pulmones para irrigar los tejidos pulmonares.

Las **venas bronquiales** drenan en:

- Tanto en las venas pulmonares como en la aurícula izquierda.
- En la vena ácigos en el lado derecho o en la vena intercostal superior o en la hemiácigos en el lado izquierdo.

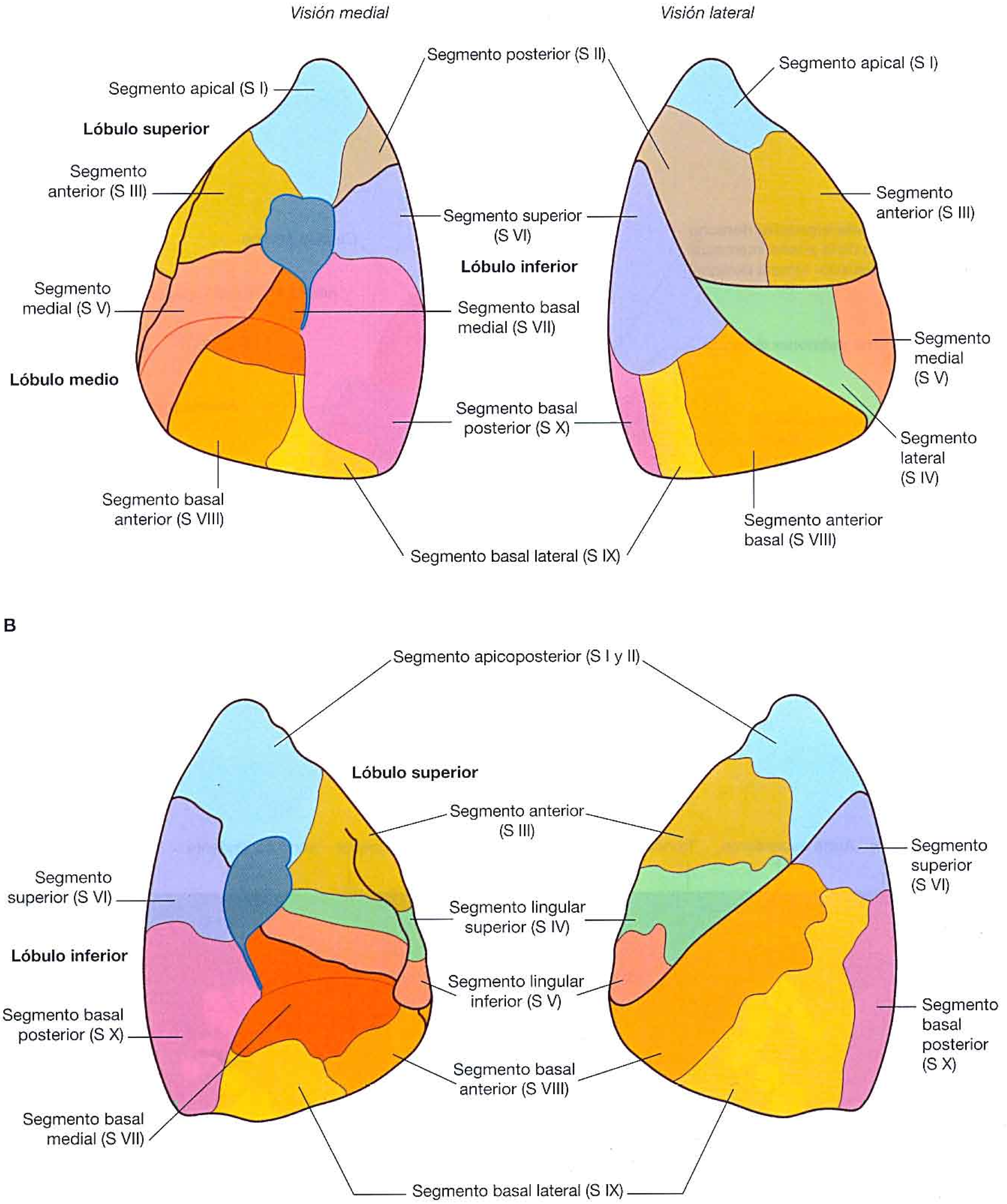


Fig. 3.44 Segmentos broncopulmonares. **A.** Pulmón derecho. **B.** Pulmón izquierdo. (Los segmentos broncopulmonares están numerados y nombrados.)

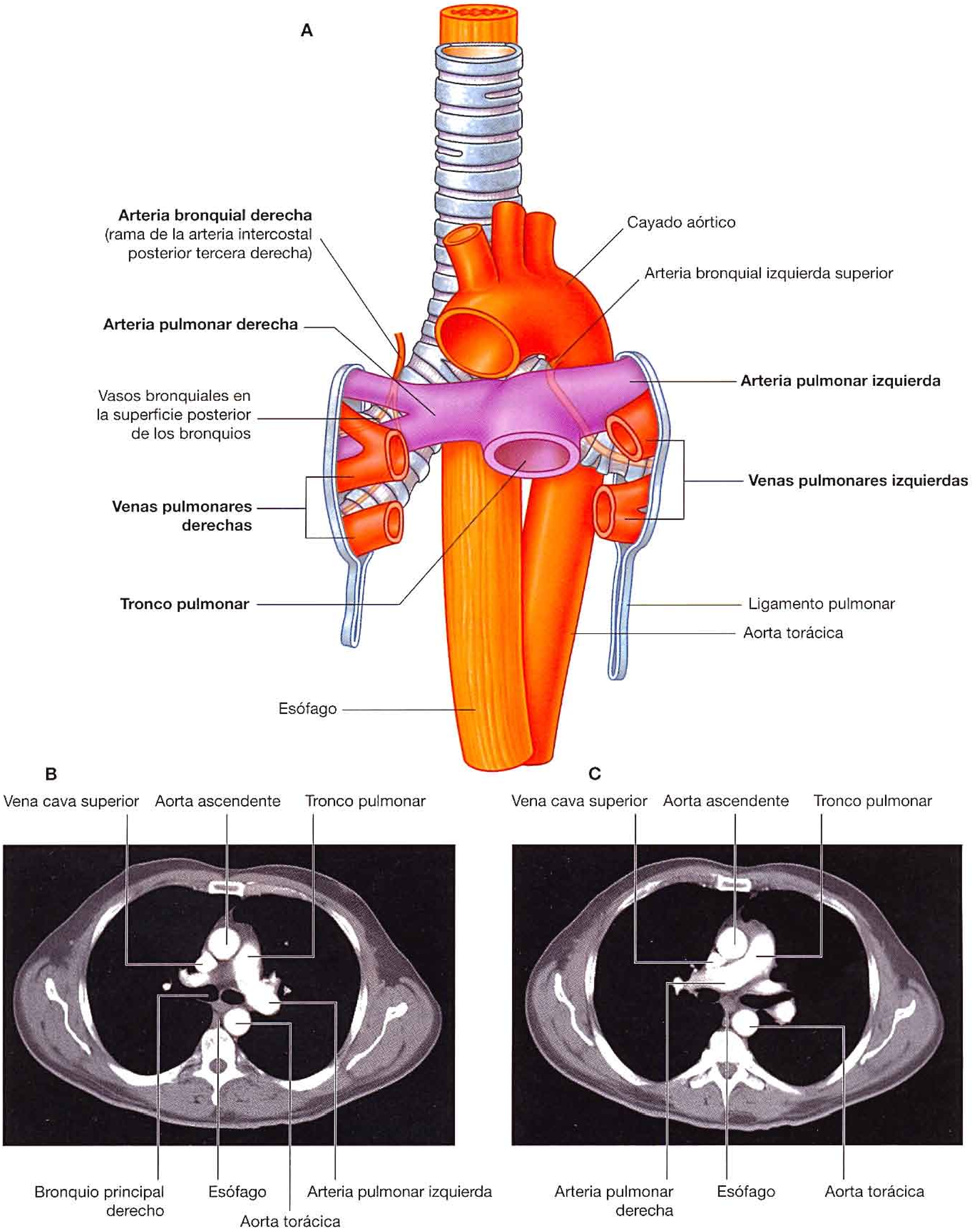


Fig. 3.45 Vasos pulmonares. **A.** Esquema de la visión anterior. **B.** Tomografía computarizada que muestra la arteria pulmonar izquierda saliendo del tronco pulmonar. **C.** Imagen de tomografía computarizada (justo inferior a la imagen B) que muestra la arteria pulmonar derecha saliendo del tronco pulmonar.

Inervación

La pleura visceral y otras estructuras pulmonares están inervadas por fibras aferentes y eferentes viscerales que se distribuyen a través del plexo pulmonar anterior y plexo pulmonar posterior (fig. 3.46). Estos plexos interconectados son anteriores y posteriores a la bifurcación de la tráquea y bronquios principales. El plexo anterior es mucho más pequeño que el plexo posterior.

Ramas de estos plexos, que se originan en los troncos simpáticos y en los nervios vagos, se distribuyen a lo largo de las ramificaciones de la vía aérea y de los vasos.

Las eferencias viscerales desde:

- Los nervios vagos constriñen los bronquiolos.
- El sistema simpático dilata los bronquiolos.

Drenaje linfático

Los linfáticos pulmonares superficiales, subpleurales y profundos drenan en los denominados **nódulos traqueobronquiales** en torno a los pedículos de los bronquios lobares y principales y a lo largo de los lados de la tráquea (fig. 3.47). En su conjunto, estos nódulos se extienden desde el interior del pulmón, a través del hilio y pedículo y en el interior del mediastino posterior.

Los vasos eferentes de estos ganglios discurren superiormente a lo largo de la tráquea para unirse a vasos similares procedentes de los nódulos paraesternales y braquiocefálicos, que se encuentran anteriores a las venas braquiocefálicas en el mediastino superior, para formar los **troncos broncomediastínicos derecho** e **izquierdo.** Estos troncos drenan directamente en las venas profundas en la base del cuello, o pueden drenar en el tronco linfático derecho o en el conducto torácico.

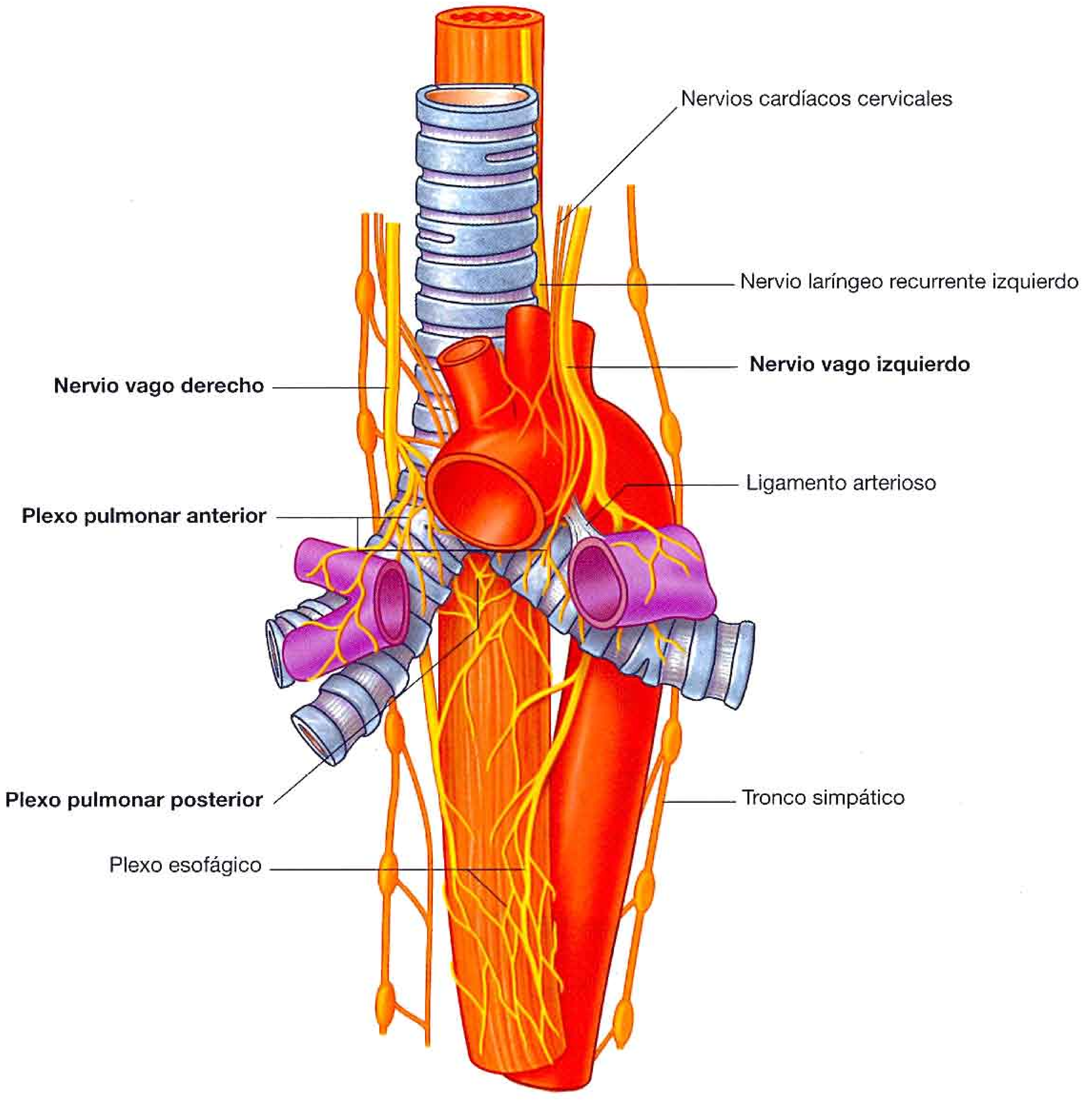


Fig. 3.46 Inervación pulmonar.

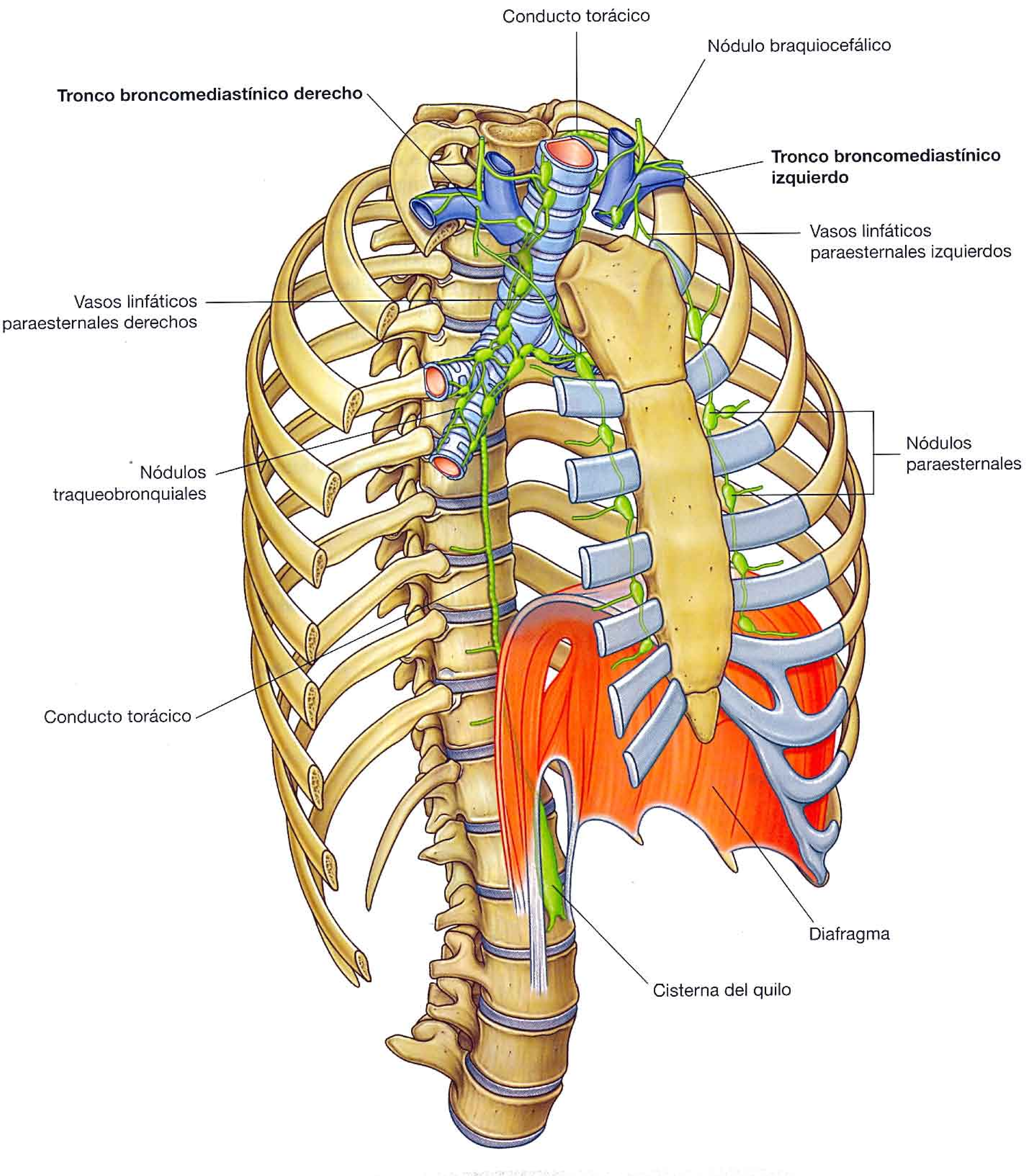


Fig. 3.47 Drenaje linfático de los pulmones.

Conceptos prácticos

Técnicas de imagen de los pulmones

La obtención de imágenes de los pulmones para uso clínico es importante debido a que son uno de los lugares más frecuentes de patología del cuerpo. En reposo, los pulmones recambian unos 5 litros de aire por minuto, y éste puede contener patógenos y otros elementos potencialmente dañinos (p. ej., alergenos). Las técnicas para visualizar los pulmones varían desde la radiografía simple de tórax a la tomografía computarizada (TC) de alta resolución que permite la localización precisa de lesiones en el interior del pulmón.

Conceptos prácticos

Broncoscopia

En pacientes con lesiones endobronquiales (p. ej., una lesión en el interior del bronquio) se puede realizar un estudio broncoscópico de la tráquea y de los bronquios principales (fig. 3.48). El broncoscopio se introduce a través de la nariz hacia la orofaringe y después se dirige mediante un sistema de control direccional a través de las cuerdas vocales en el interior de la tráquea. Se pueden estudiar los bronquios y, en caso necesario, se pueden obtener pequeñas biopsias.

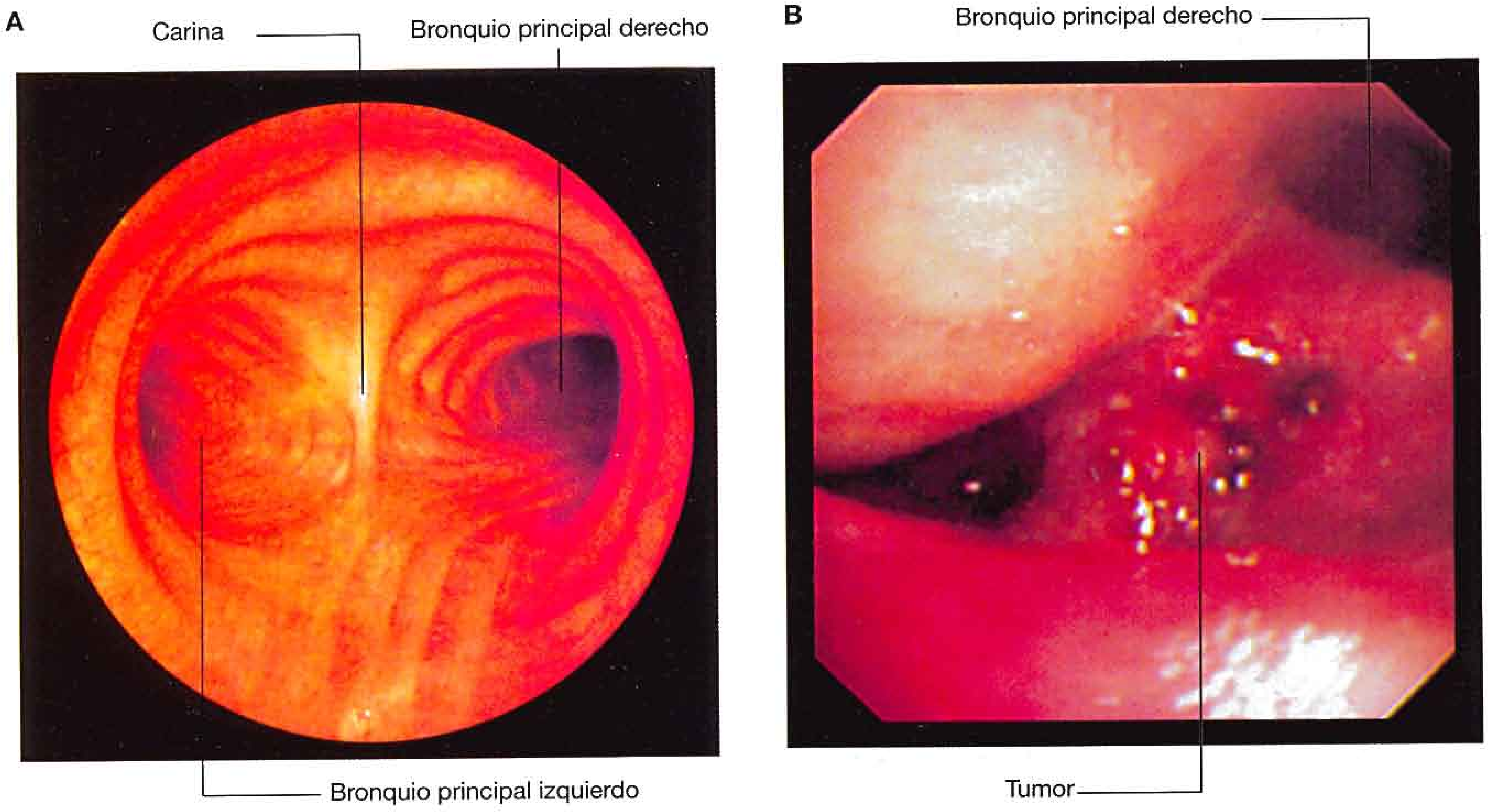


Fig. 3.48 Estudio broncoscópico. **A.** Del extremo inferior de la tráquea y sus ramas principales. **B.** De la bifurcación traqueal mostrando un tumor en la carina.

Conceptos prácticos

Cáncer de pulmón

Es importante estadificar el cáncer de pulmón debido a que el tratamiento depende de su estadio.

Cuando se encuentra un pequeño nódulo maligno en el pulmón puede, en ocasiones, ser extirpado y el pronóstico es excelente. Desgraciadamente, muchos pacientes se presentan con una masa tumoral que invade estructuras del mediastino o de la pleura o con metástasis. El tumor, en ese caso, puede ser inoperable y se trata mediante quimioterapia y radioterapia.

La extensión del tumor se produce a través de los vasos linfáticos a los nódulos linfáticos del hilio, mediastino y raíz del cuello.

Un factor clave que afecta al pronóstico y la posibilidad de curar el tumor es la presencia de metástasis distales. Entre los métodos de imagen para valorar la extensión se incluyen la radiografía simple (fig. 3.49A), la tomografía computarizada (TC; fig. 3.49B) y la resonancia magnética (RM). Cada vez más se emplean los estudios con radionúclidos mediante tomografía por emisión de positrones con fluorodesoxiglucosa (FDG PET; fig. 3.49C).

En la FDG PET se une un emisor de radiación gamma a la molécula de glucosa. En áreas de excesiva actividad metabólica (p. ej., el tumor), se produce una excesiva recaptación que se registra mediante una gammacámara.

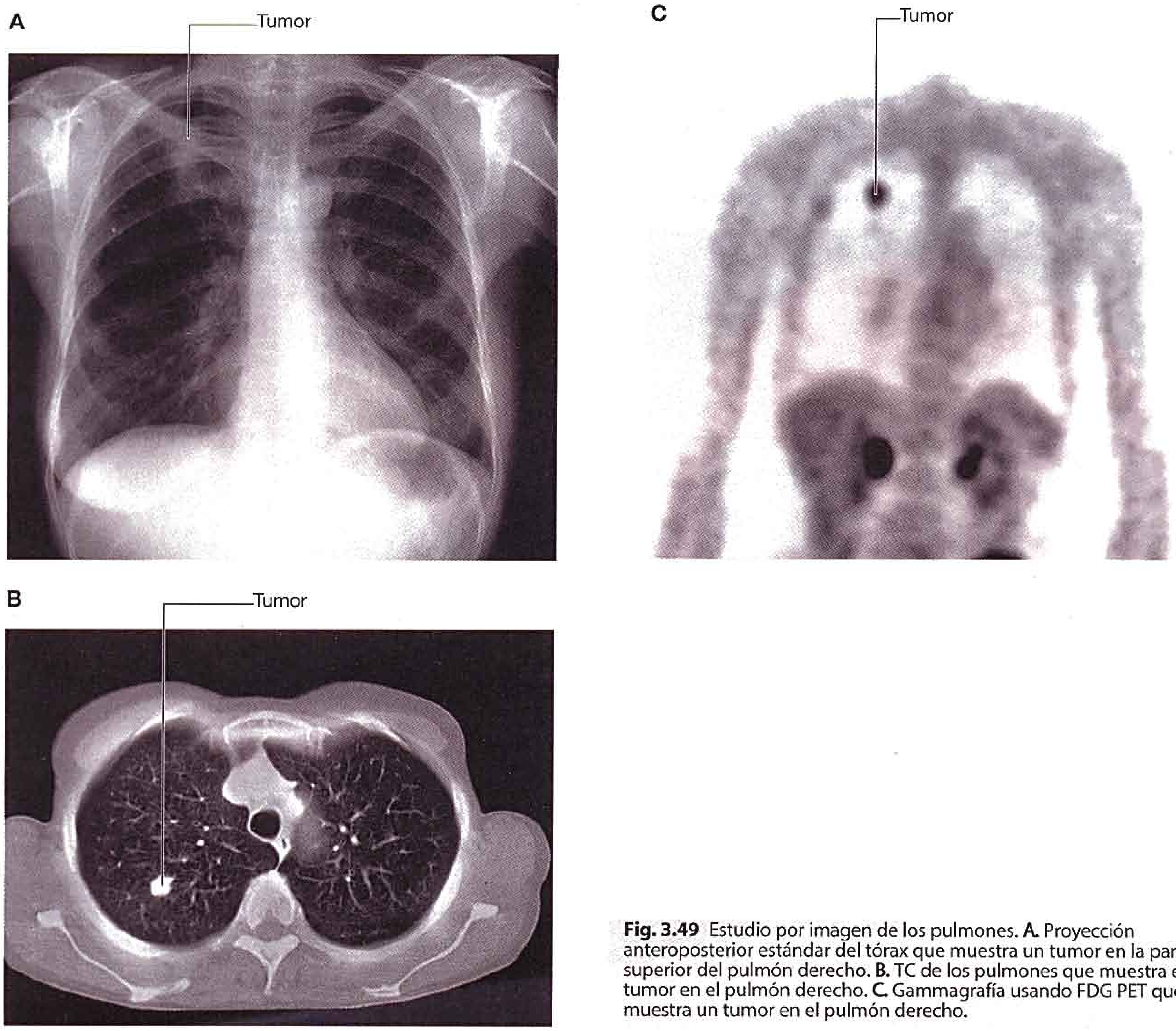


Fig. 3.49 Estudio por imagen de los pulmones. **A.** Proyección anteroposterior estándar del tórax que muestra un tumor en la parte superior del pulmón derecho. **B.** TC de los pulmones que muestra el tumor en el pulmón derecho. **C.** Gammagrafía usando FDG PET que muestra un tumor en el pulmón derecho.

MEDIASTINO

El **mediastino** es la zona central amplia que separa las dos cavidades pleurales situadas lateralmente (fig. 3.50). Se extiende:

- Desde el esternón hasta los cuerpos vertebrales.
- Desde la abertura torácica superior hasta el diafragma (fig. 3.51).

El mediastino contiene la glándula del timo, el saco pericárdico, el corazón, la tráquea y las arterias y venas principales.

Además, el mediastino sirve como vía de paso a estructuras tales como el esófago, el conducto torácico y a diversos componentes del sistema nervioso cuando a traviesan el tórax en su camino hacia el abdomen.

Con fines descriptivos, el mediastino se subdivide en diversas regiones más pequeñas. Un plano transversal que se extiende entre el ángulo del esternón (unión entre el manubrio y el cuerpo del esternón) hasta el disco intervertebral entre las vértebras T4 a T5 separa el mediastino en:

- **Mediastino superior.**
- **Mediastino inferior,** que a su vez se subdivide en **mediastino anterior, medio** y **posterior** por el saco pericárdico.

El área anterior al saco pericárdico y posterior al cuerpo del esternón es el mediastino anterior. La región posterior al saco pericárdico y al diafragma y anterior a los cuerpos vertebrales es el mediastino posterior. El área central que incluye el saco pericárdico y su contenido es el mediastino medio (fig. 3.52).

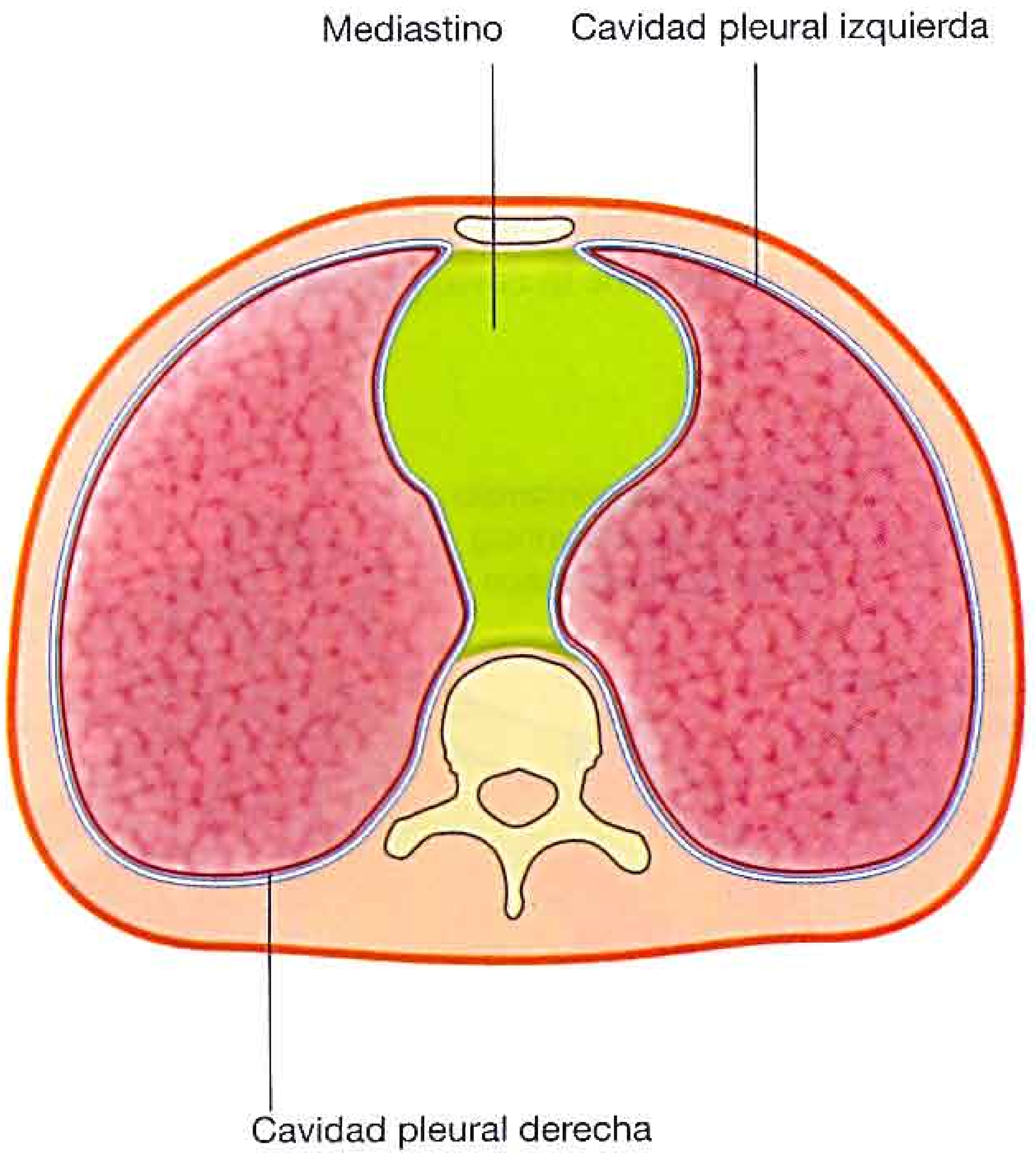


Fig. 3.50 Sección transversal del tórax mostrando la posición del mediastino.

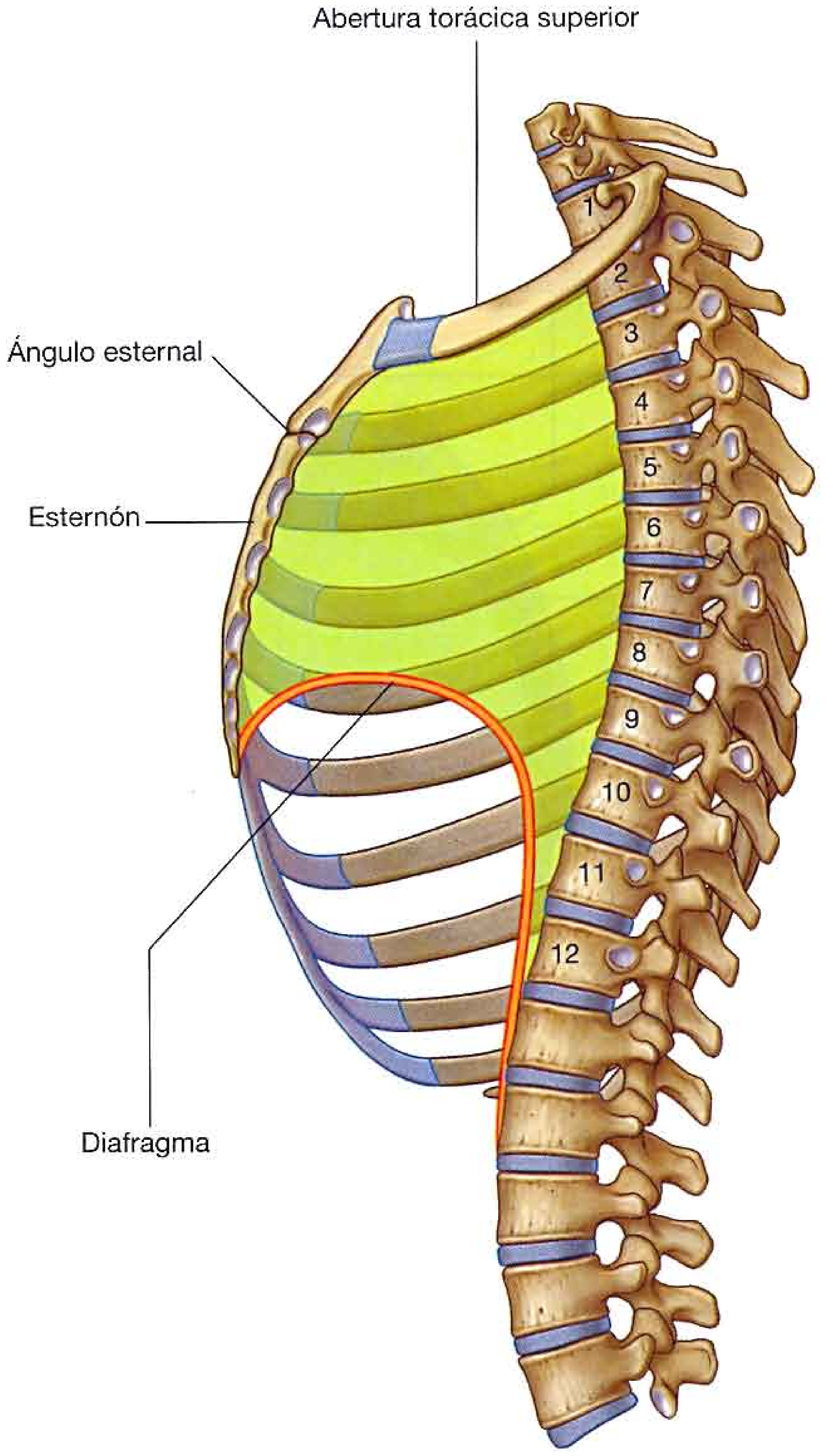


Fig. 3.51 Visión lateral del mediastino.

Mediastino medio

El **mediastino medio** se localiza centralmente en la cavidad torácica. Contiene el pericardio, el corazón, el origen de los grandes vasos, diversos nervios y pequeños vasos.

Pericardio

El **pericardio** es un saco fibroseroso que rodea al corazón y a la raíz de los grandes vasos. Tiene dos componentes, el pericardio fibroso y el pericardio seroso (fig. 3.53).

El **pericardio fibroso** es una capa externa de tejido conjuntivo resistente que establece los límites del mediastino medio. El **pericardio seroso** es fino y está formado por dos partes:

- La **capa parietal** que recubre la superficie interna de la lámina fibrosa.
- La **capa visceral (epicardio)** de pericardio seroso que se adhiere al corazón y forma su cubierta externa.

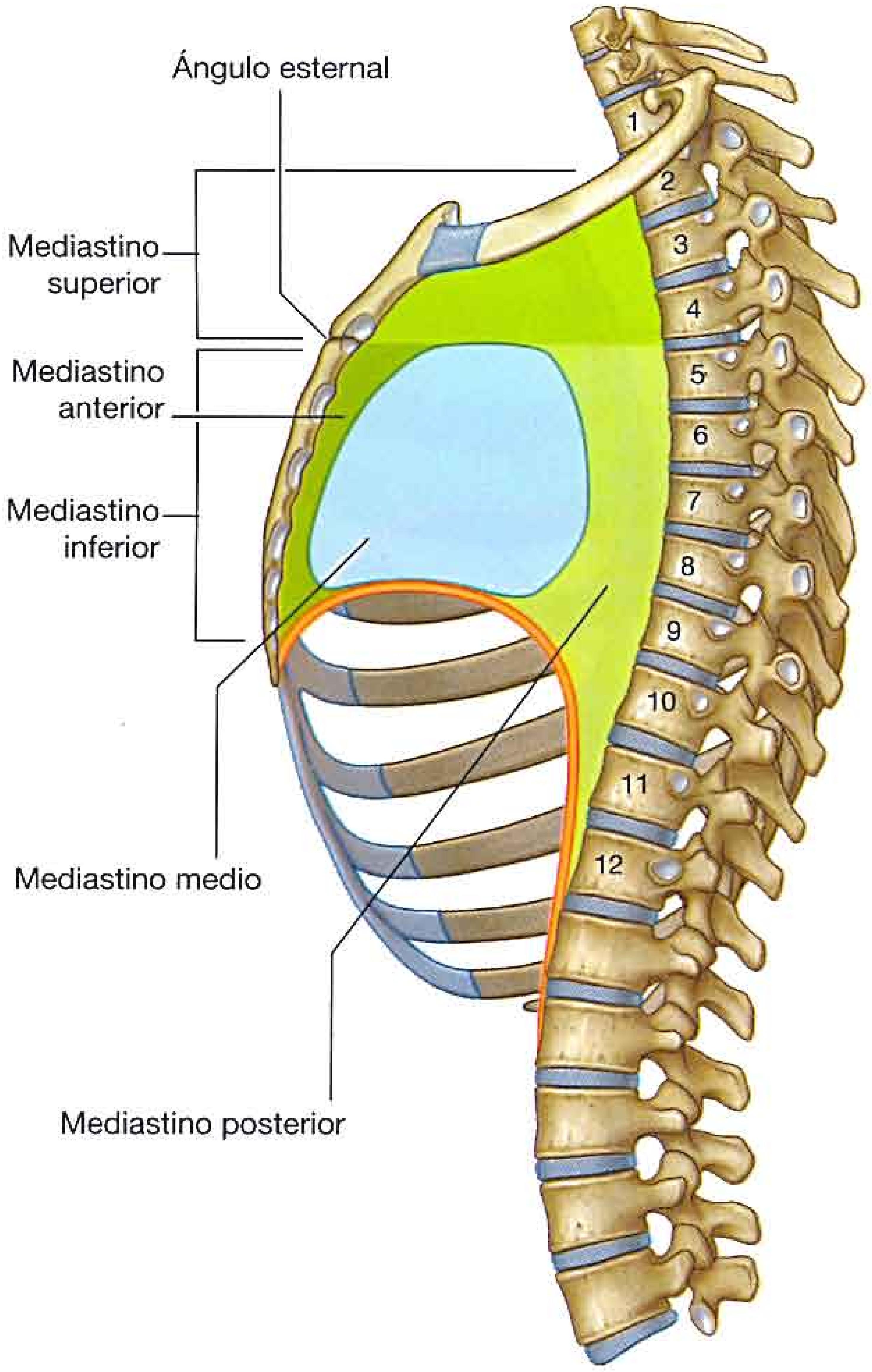


Fig. 3.52 Subdivisiones del mediastino.

Las capas visceral y parietal del pericardio seroso son continuas en la raíz de los grandes vasos. El estrecho espacio creado entre las dos capas de pericardio seroso que contiene una pequeña cantidad de líquido se llama **cavidad pericárdica.** Este espacio potencial permite el movimiento prácticamente sin restricciones del corazón.

Pericardio fibroso

El **pericardio fibroso** es una bolsa en forma de cono con su base en el diafragma y cuyo vértice se continúa con la **adventicia** de los grandes vasos (fig. 3.53). La base está unida al **tendón central del diafragma** y a una pequeña zona muscular del diafragma en el lado izquierdo. Anteriormente, se une a la superficie posterior del esternón a través de los **ligamentos esternopericárdicos.** Estas inserciones ayudan a mantener la posición del corazón en la cavidad torácica. El saco también limita la distensión cardíaca.

Los nervios frénicos que inervan el diafragma y se originan en los niveles espinales de C3 a C5 atraviesan el pericardio fibroso y lo inervan en su recorrido entre su punto de origen y su destino final (fig. 3.54). Su localización en el pericardio fibroso está directamente relacionada con el origen embrionario del diafragma y los cambios que se producen durante la formación de la cavidad pericárdica. De igual modo, los **vasos pericardiofrénicos** también se localizan en el interior del pericardio fibroso proporcionándole inervación en su paso a través de la cavidad torácica.

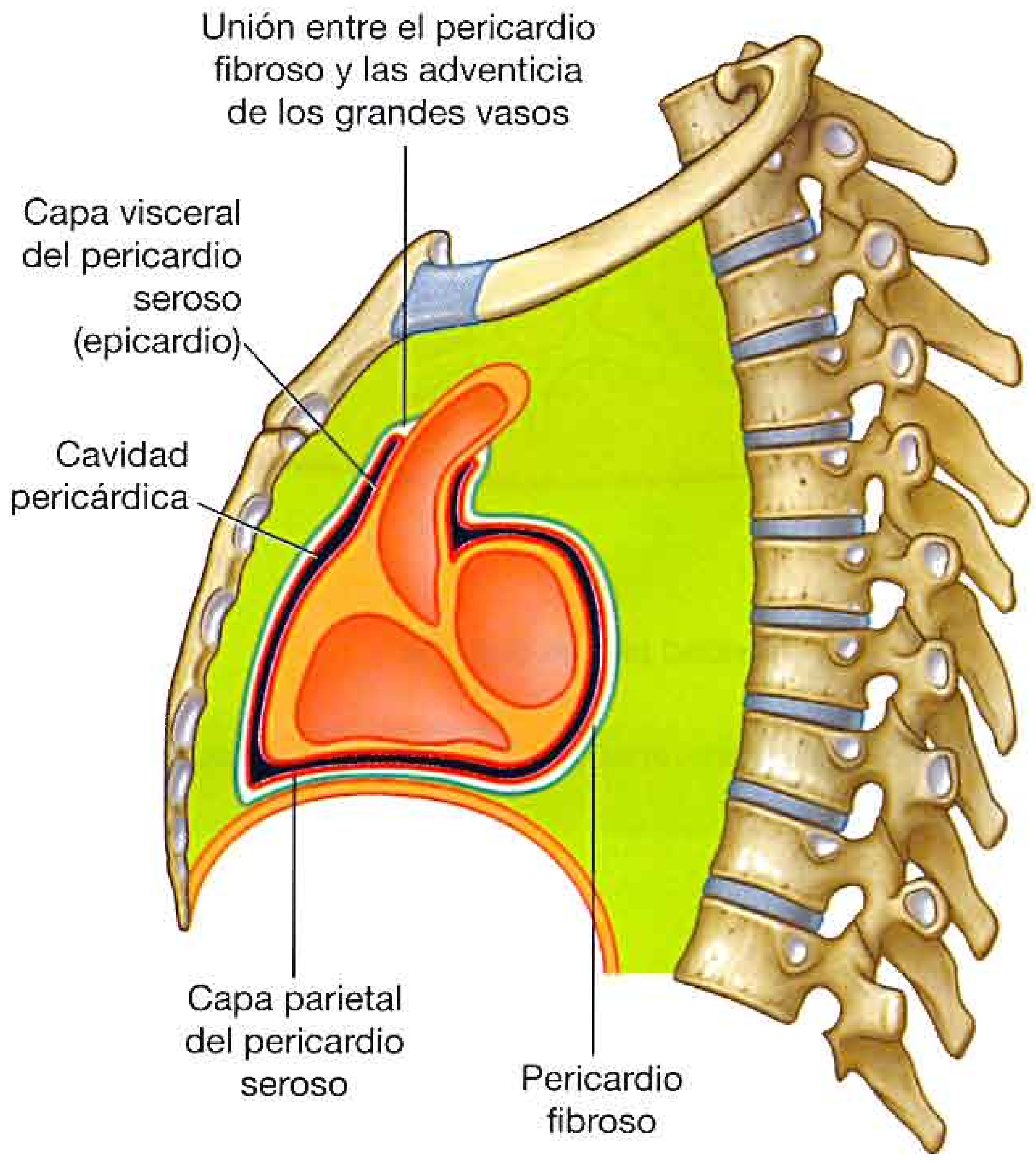


Fig. 3.53 Sección sagital del pericardio.

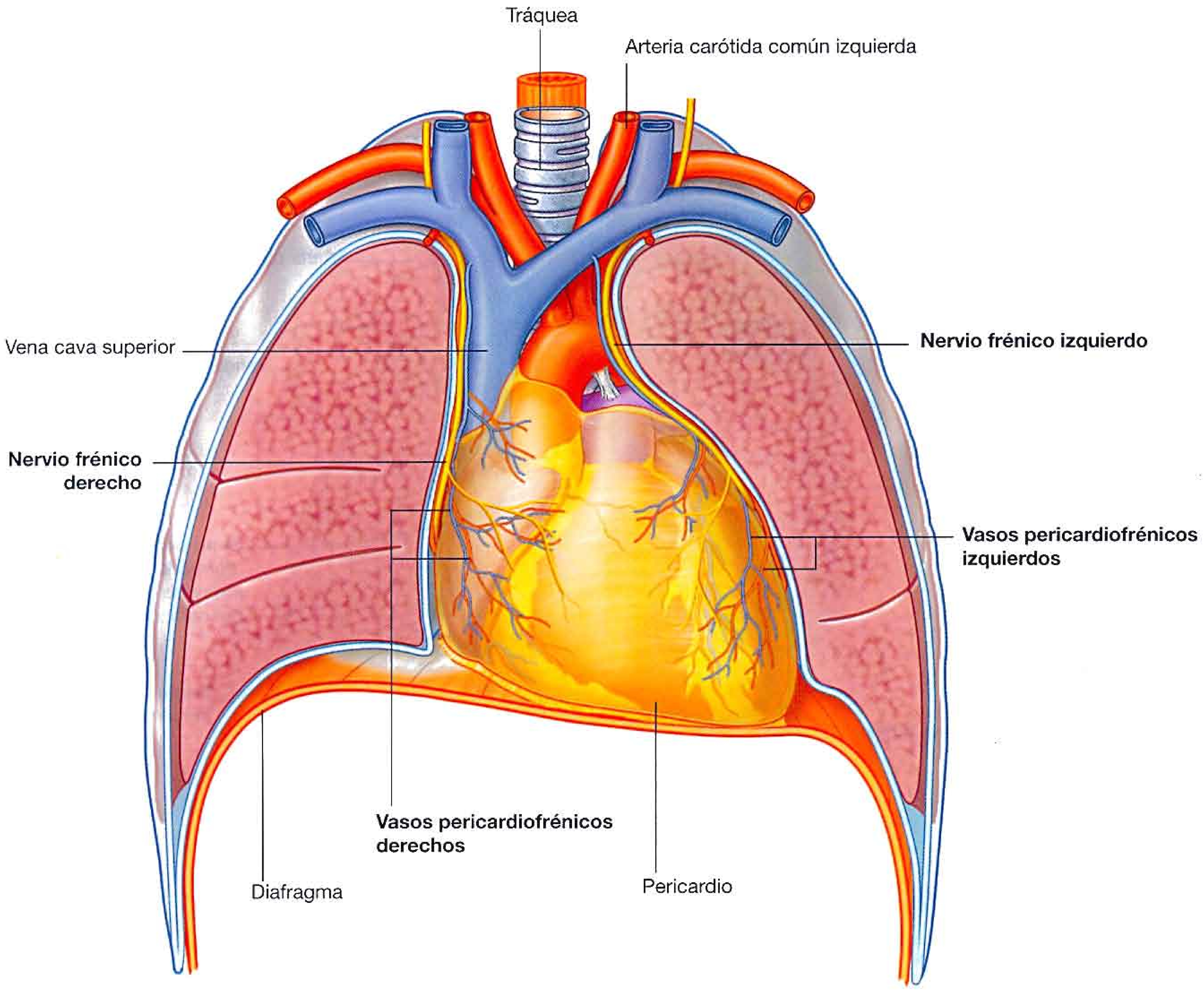


Fig. 3.54 Nervios frénicos y vasos pericardiofrénicos.

Pericardio seroso

La capa parietal del pericardio seroso se continúa con las capas viscerales del pericardio seroso en torno a la raíz de los grandes vasos. Estas reflexiones del pericardio seroso (fig. 3.55) se produce en dos zonas:

- Una superior, rodeando a las arterias, la aorta y el tronco pulmonar.
- La segunda más posterior rodea a las venas, la vena cava superior e inferior y a las venas pulmonares.

La zona de reflexión que rodea a las venas tiene forma de «J» y el fondo de saco que se forma en el interior de la misma, posterior a la aurícula izquierda es el **seno pericárdico oblicuo.**

Una comunicación entre las dos zonas de reflexión del pericardio seroso es el **seno pericárdico transverso.** Este seno se localiza posterior a la aorta ascendente y el tronco de la pulmonar, anterior a la vena cava superior y superior la aurícula izquierda.

Cuando el pericardio se abre anteriormente durante una intervención quirúrgica, un dedo colocado en el seno transverso separa las arterias de las venas. Si se coloca la mano bajo el ápex del corazón y se mueve superiormente, se desliza hacia el seno oblicuo.

Vasos y nervios

El pericardio está irrigado por ramas de las arterias torácica interna, pericardiofrénica, musculofrénica y frénica inferior, y la aorta torácica.

Las venas del pericardio entran en el sistema de la vena ácigos y en las venas torácica interna y frénica inferior.

Los nervios del pericardio nacen del nervio vago (X), de los troncos simpáticos y de los nervios frénicos.

Es importante observar que la fuente de sensibilidad somática (dolor) del pericardio parietal es conducida por el nervio frénico. Por esta razón , el «dolor» referido de la patología pericárdica puede localizarse en la región supraclavicular del hombro.

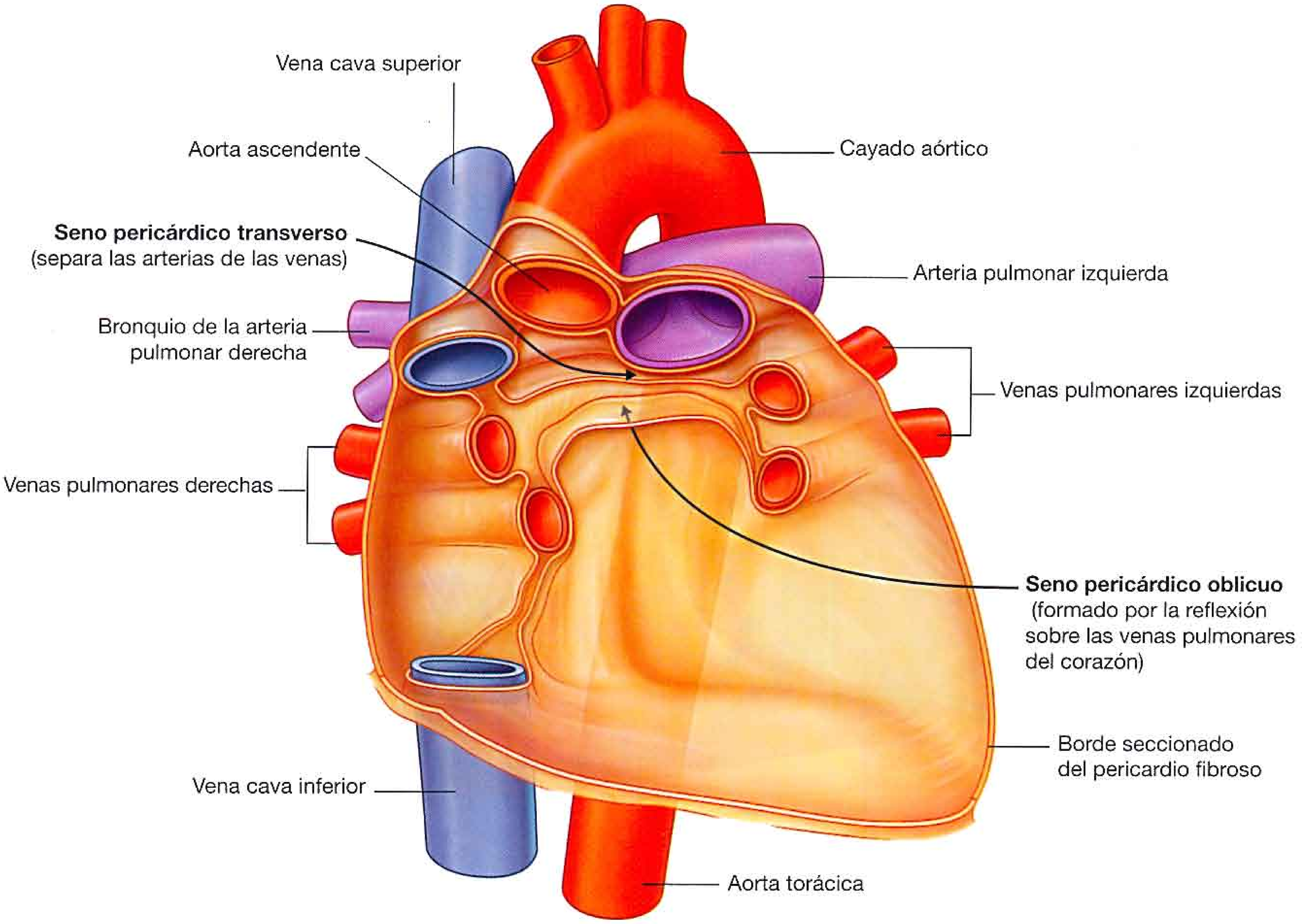


Fig. 3.55 Parte posterior del saco pericárdico mostrando las reflexiones del pericardio seroso.

Conceptos prácticos

Pericarditis

La pericarditis es una patología inflamatoria del pericardio. Las causas habituales son las infecciones virales y bacterianas, la enfermedad sistémica (p. ej., la insuficiencia renal crónica) y después de un infarto de miocardio.

La pericarditis debe distinguirse del infarto de miocardio debido a que el tratamiento y el pronóstico son bastante diferentes. Al igual que en el infarto de miocardio, los pacientes con pericarditis refieren un dolor centrotorácico continuo que puede irradiar a uno o los dos brazos. A diferencia del infarto de miocardio, el dolor de la pericarditis puede aliviarse sentándose inclinado hacia delante. Ambas patologías se pueden distinguir mediante el electrocardiograma (ECG).

Conceptos prácticos

Derrame pericárdico

Normalmente, sólo existe una mínima cantidad de líquido entre las capas visceral y parietal del pericardio seroso. En ciertas situaciones, este espacio puede estar lleno de un exceso de líquido (derrame pericárdico).

Debido a que el pericardio fibroso es una estructura «relativamente fija» que no se puede expandir con facilidad, una acumulación rápida de exceso de líquido en el interior del saco pericárdico comprime el corazón (taponamiento cardíaco), produciendo un fallo biventricular. La extracción del líquido con una aguja insertada en el saco pericárdico puede aliviar los síntomas.

Conceptos prácticos

Pericarditis constrictiva
Un engrosamiento patológico del saco pericárdico (pericarditis constrictiva) puede comprimir al corazón, dificultando la función cardíaca y llevando al fallo cardíaco. El diagnóstico se realiza mediante inspección del pulso venoso yugular en el cuello. En individuos normales el pulso venoso yugular disminuye durante la inspiración. En pacientes con pericarditis constrictiva ocurre lo contrario y esto se denomina signo de Kussmaul. El tratamiento suele consistir en la apertura quirúrgica del saco pericárdico.

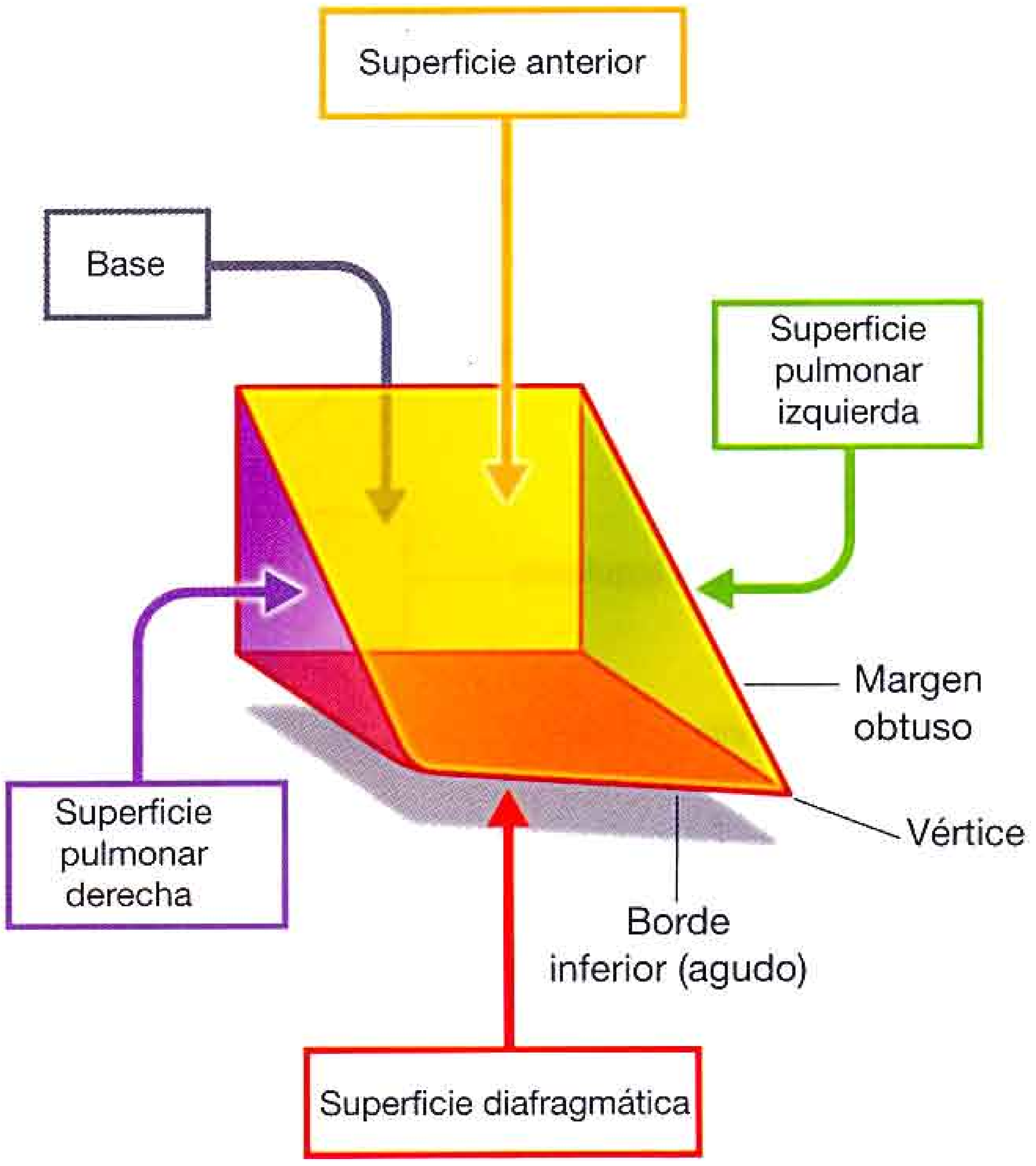


Fig. 3.56 Representación esquemática del corazón mostrado su orientación, superficies y márgenes.

Corazón

Orientación del corazón

La forma global y orientación del corazón es la de una pirámide caída y que descansa sobre uno de sus lados. Situada en la cavidad torácica, el vértice de esta pirámide se proyecta hacia delante, hacia abajo y a la izquierda, mientras que la base está opuesta al vértice y se orienta en dirección posterior (fig. 3.56). Los lados de la pirámide están formados por:

- Una cara diafragmática (inferior) sobre la que descansa la pirámide.
- Una cara anterior (esternocostal) orientada anteriormente.
- Una cara pulmonar derecha.
- Una cara pulmonar izquierda.

Base (cara posterior) y ápex

La **base del corazón** es un cuadrilátero y se dirige posteriormente. Está formada por:

- La aurícula izquierda.
- Una pequeña porción de la aurícula derecha.
- La parte proximal de las grandes venas (venas cavas superior e inferior y venas pulmonares) (fig. 3.57).

Debido a que los grandes vasos penetran por la base del corazón, las venas pulmonares entran en el lado derecho e izquierdo de la aurícula izquierda y las venas cava superior e inferior por los extremos superior e inferior de la aurícula derecha, la base del corazón está fijada posteriormente a la pared del pericardio, frente a los cuerpos de las vértebras T5 a T8 (T6 a T9 en bipedestación).

Desde la base el corazón se proyecta hacia delante, hacia abajo y a la izquierda, terminando en el vértice. El **vértice del corazón** está formado por la parte inferolateral del ventrículo izquierdo (fig. 3.58) y se encuentra profundo al quinto espacio intercostal izquierdo, a 8-9 cm de la línea medioesternal.

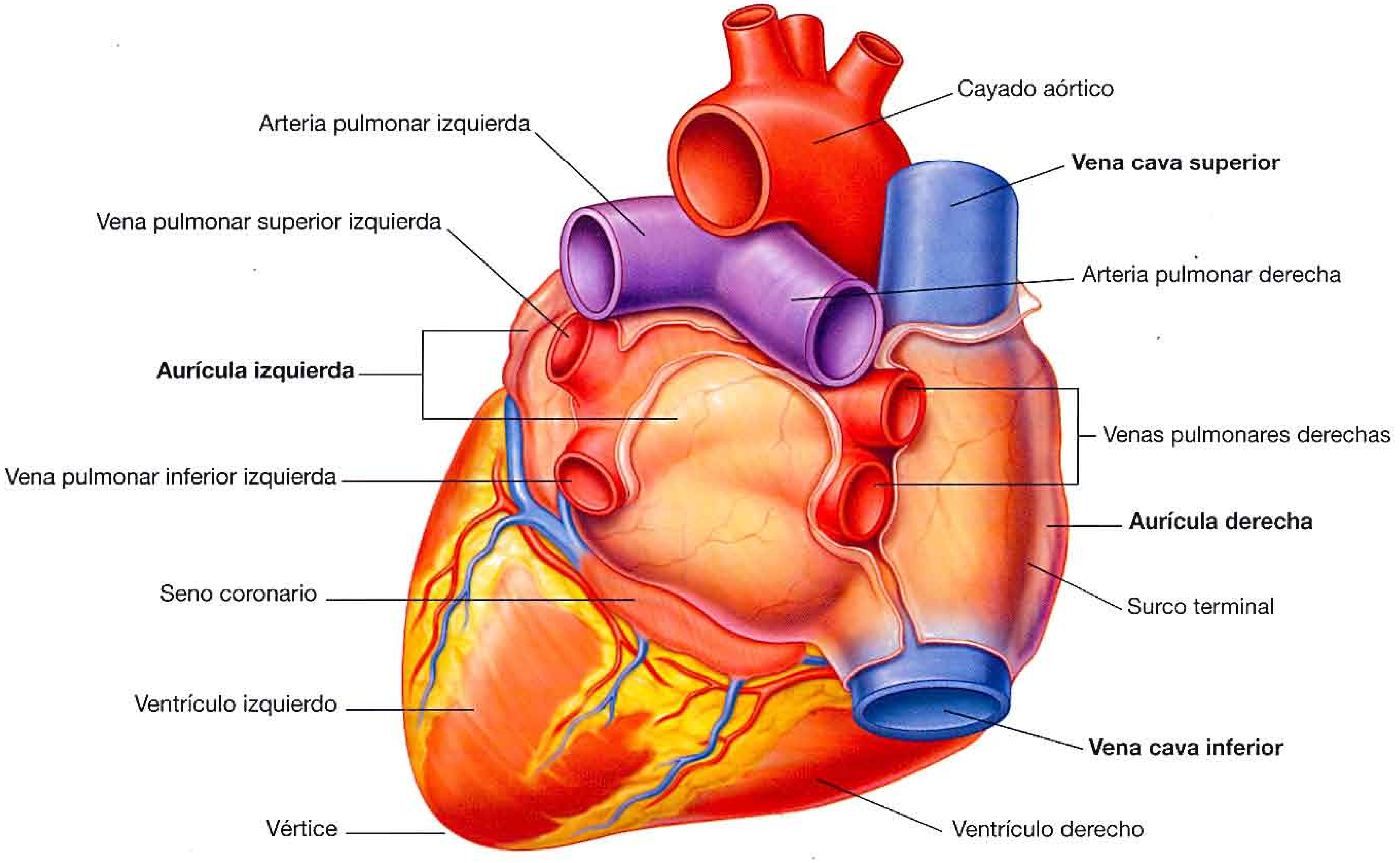


Fig. 3.57 Base del corazón.

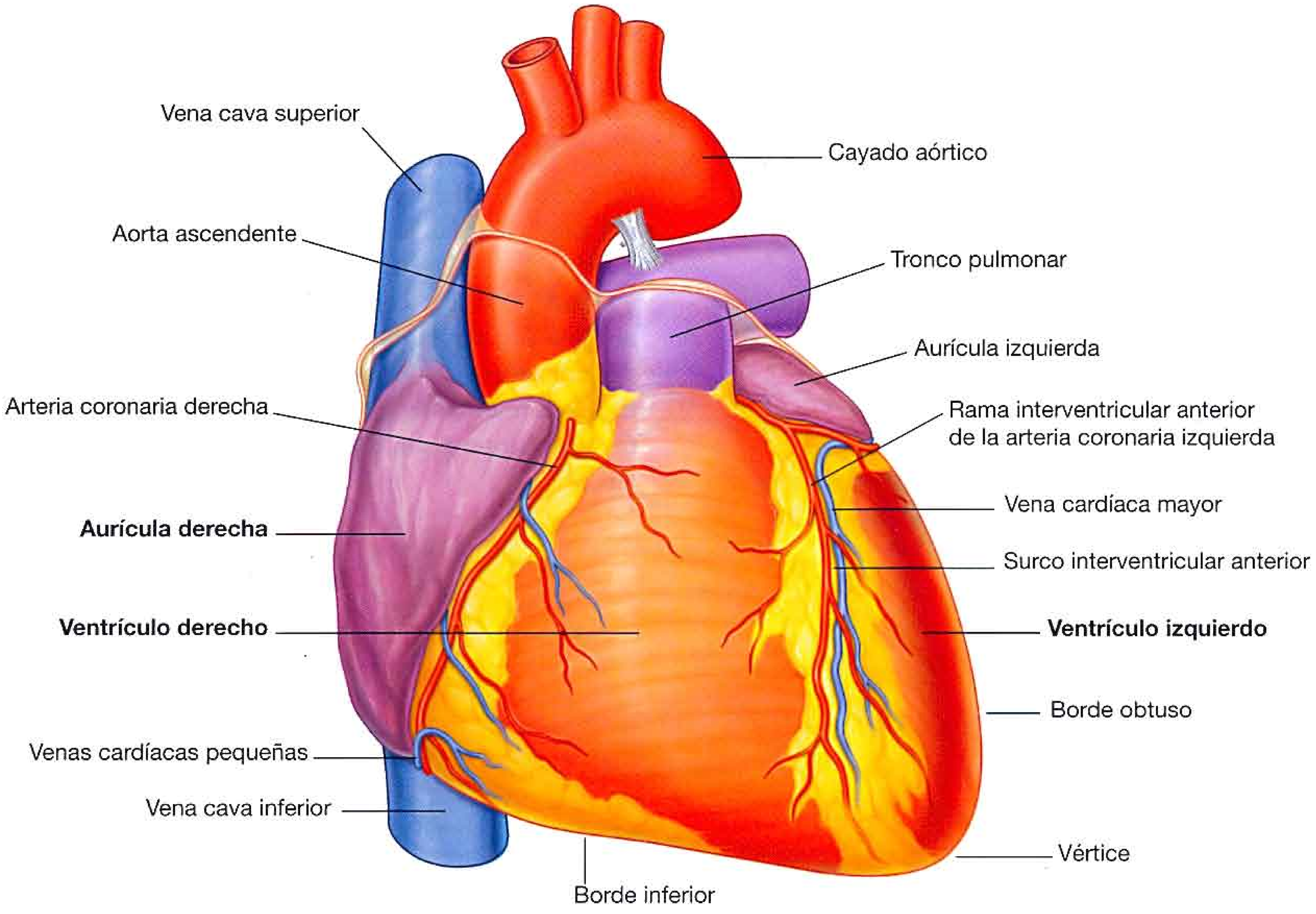


Fig. 3.58 Superficie anterior del corazón.

Caras del corazón

La **cara anterior** mira hacia delante y está formada en su mayor parte por el ventrículo derecho y parte de la aurícula derecha en el lado derecho y parte del ventrículo izquierdo a la izquierda (fig. 3.58).

El corazón en posición anatómica descansa sobre **la cara diafragmática**, que está formada por el ventrículo izquierdo y una pequeña porción del ventrículo derecho separados por el surco interventricular posterior (fig. 3.59). Esta superficie se orienta inferiormente sobre el diafragma, está separada de la base del corazón por el seno coronario y se prolonga desde la base al vértice del corazón.

La **cara pulmonar izquierda** está orientada hacia el pulmón izquierdo, es amplia y convexa y está formada por el ventrículo izquierdo y una parte de la aurícula izquierda (fig. 3.59).

La **cara pulmonar derecha** se orienta hacia el pulmón derecho, es amplia y convexa y está formada por la aurícula derecha (fig. 3.59).

Márgenes y bordes

Algunas descripciones generales de la orientación cardíaca se refieren a los márgenes derecho, izquierdo, inferior (agudo) y obtusos:

- Los **márgenes derecho** e **izquierdo** son los mismos que las caras pulmonares derecha e izquierda del pulmón.
- El **margen inferior**, se caracteriza por ser un borde agudo entre las superficies anterior y diafragmática del corazón (figs. 3.56 y 3.58), está constituido en su mayor parte por el ventrículo derecho y una pequeña porción del ventrículo izquierdo cerca del vértice.
- El **margen obtuso** separa las superficies pulmonares anterior e izquierda (fig. 3.56), es redondeado y se extiende desde la aurícula izquierda hasta el vértice del corazón (fig. 3.58), y está constituido en su mayor parte por el ventrículo izquierdo y superiormente por una pequeña porción de aurícula izquierda.

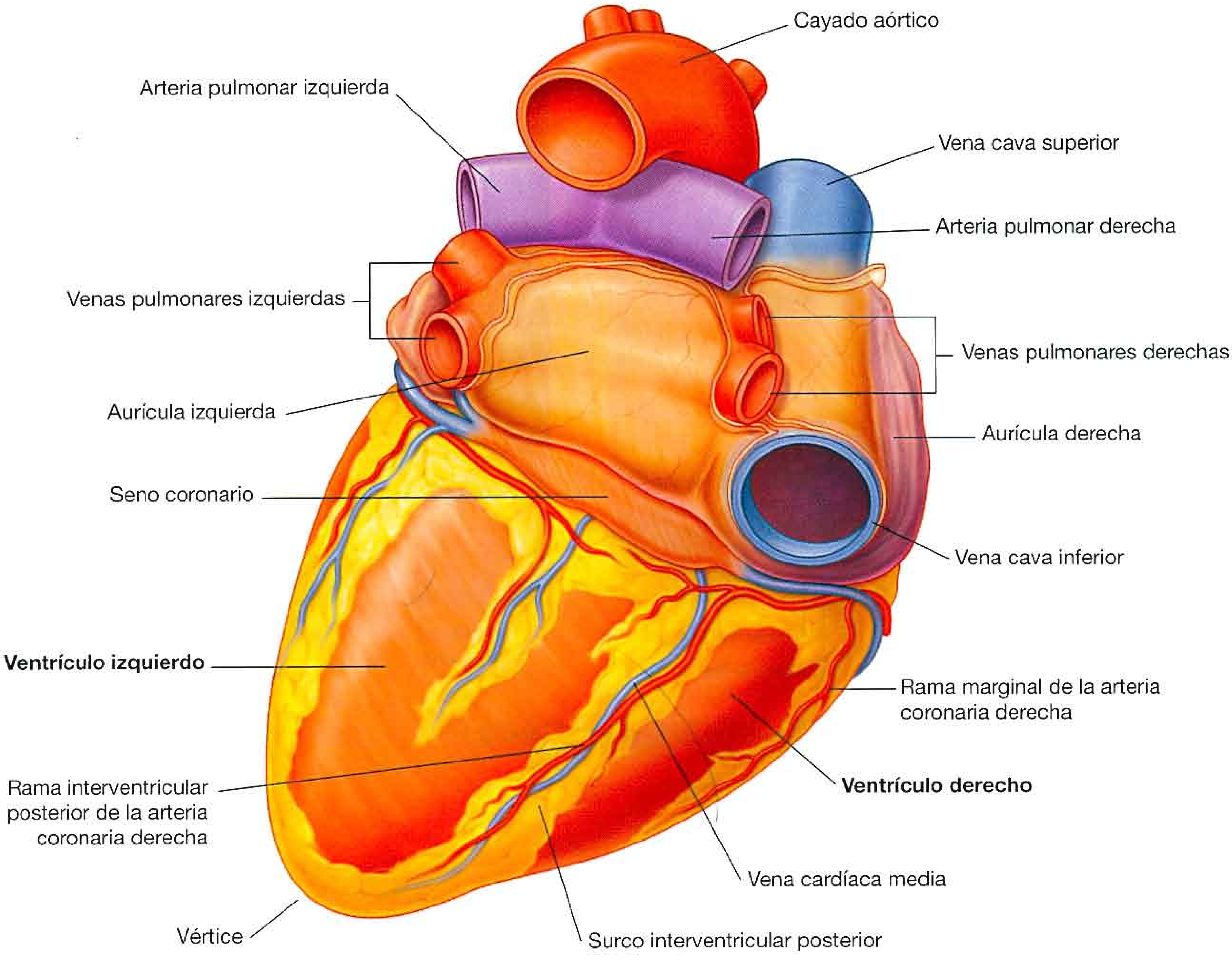


Fig. 3.59 Cara diafragmática del corazón.

Para la evaluación radiológica es fundamental una comprensión profunda de las estructuras que definen los bordes del corazón. El borde derecho en una proyección posteroanterior simple está formado por la vena cava superior, la aurícula derecha y la vena cava inferior (fig. 3.60A). El borde izquierdo en una proyección similar está formado por el cayado aórtico, la arteria pulmonar y el ventrículo izquierdo. El borde inferior de esta proyección radiológica consiste en el ventrículo derecho y el vértice del ventrículo izquierdo. En la proyección lateral el ventrículo derecho está situado anteriormente y la aurícula izquierda se visualiza posteriormente (fig. 3.60B).

Surcos externos

Los tabiques internos dividen el corazón en cuatro cámaras (dos aurículas y dos ventrículos) y dan lugar a depresiones externas o superficiales denominadas surcos.

- El **surco coronario** rodea al corazón, separando las aurículas de los ventrículos (fig. 3.61). En su recorrido en torno al corazón, contiene a la arteria coronaria derecha, la vena cardíaca menor, el seno coronario y la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda.
- Los **surcos interventriculares anterior** y **posterior** separan los dos ventrículos; el surco interventricular anterior se encuentra en la cara anterior del corazón y contiene la arteria interventricular anterior y la vena cardíaca mayor, y el surco interventricular posterior se encuentra en la superficie diafragmática del corazón y contiene la arteria interventricular posterior y la vena cardíaca media.

Estos surcos se continúan inferiormente, a la derecha del vértice cardíaco.

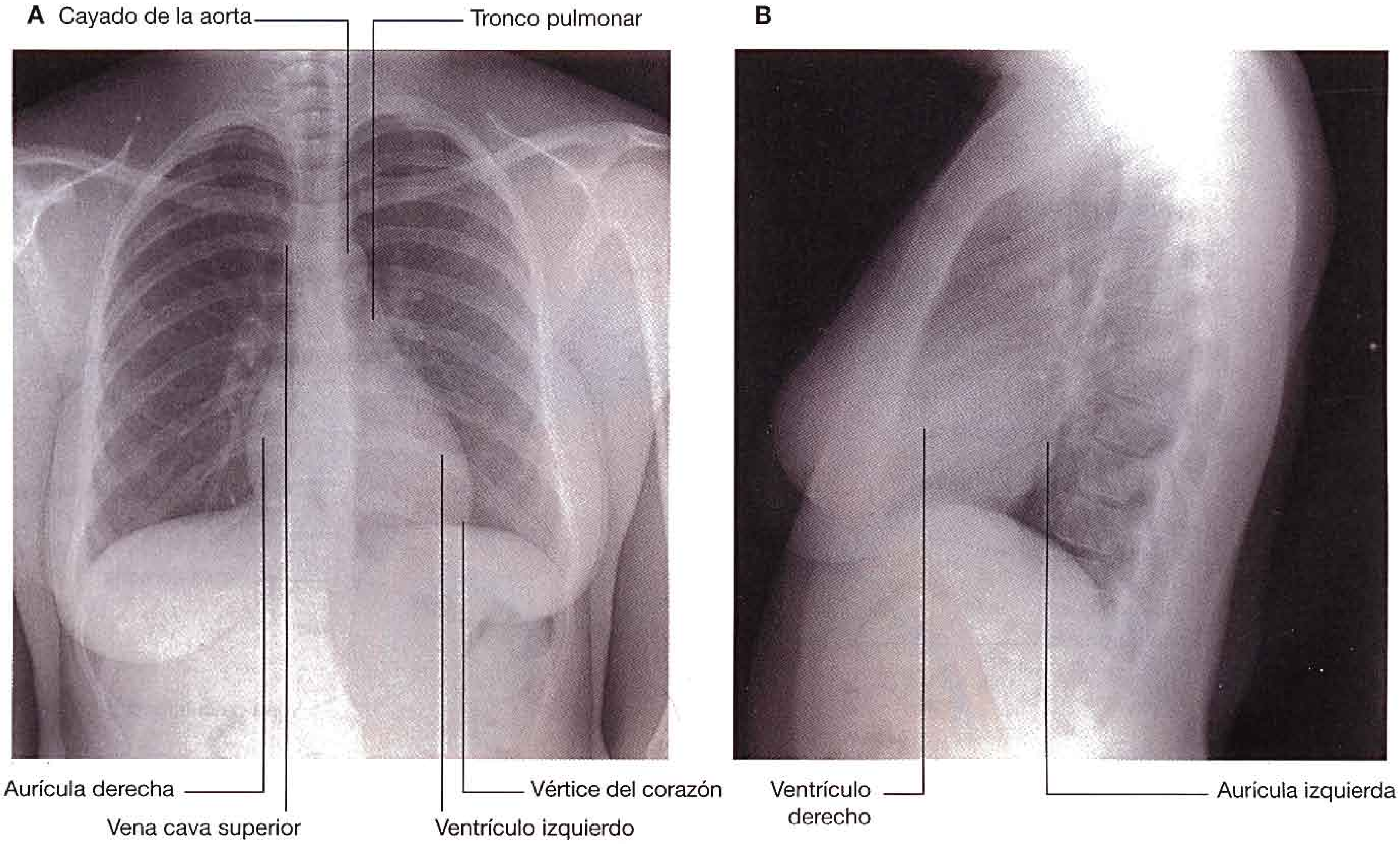
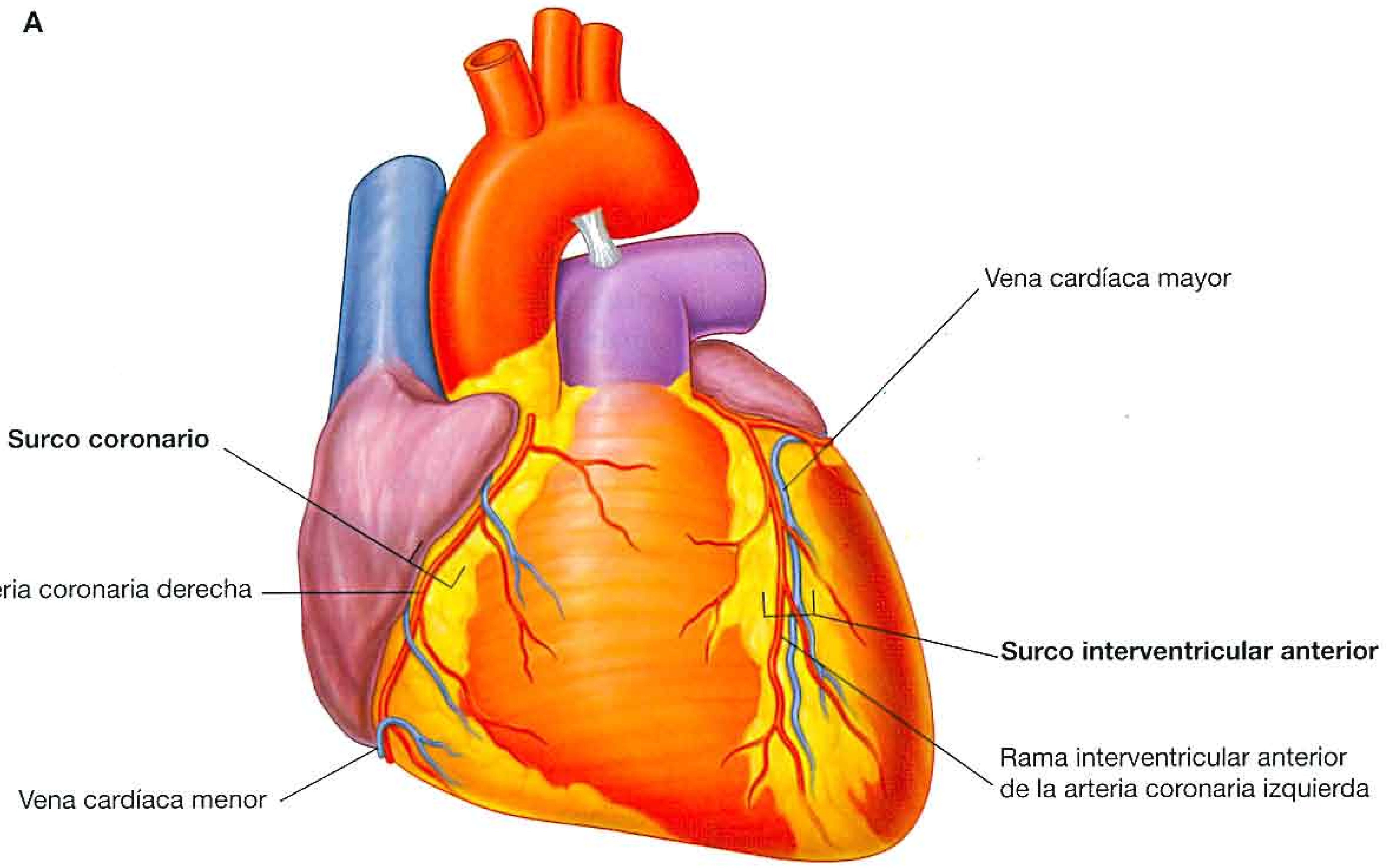


Fig. 3.60 Radiografías de tórax. **A.** Proyección anteroposterior estándar del tórax. **B.** Proyección lateral del corazón.



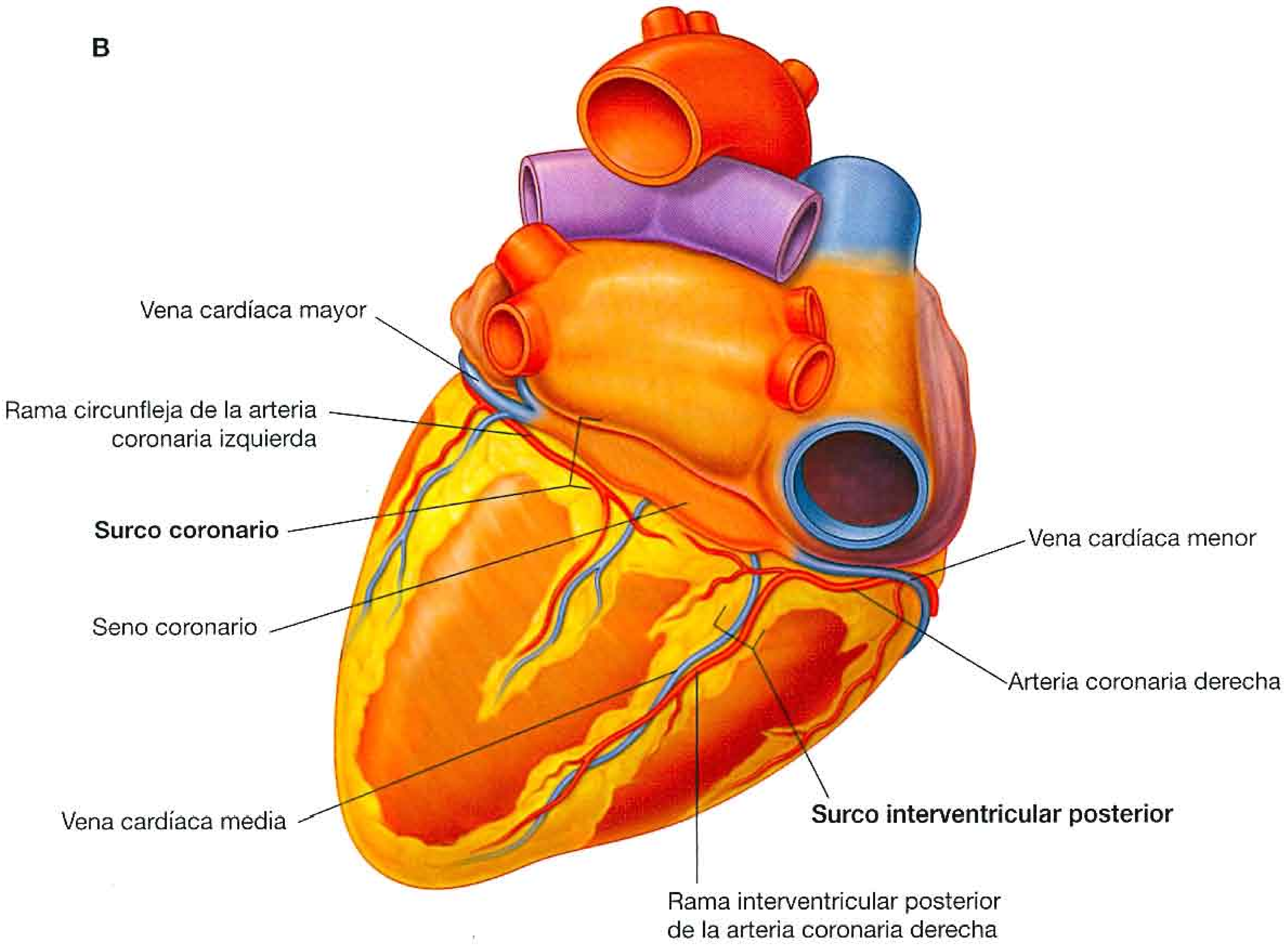


Fig. 3.61 Surcos del corazón. **A.** Cara anterior del corazón. **B.** Cara diafragmática y base del corazón.

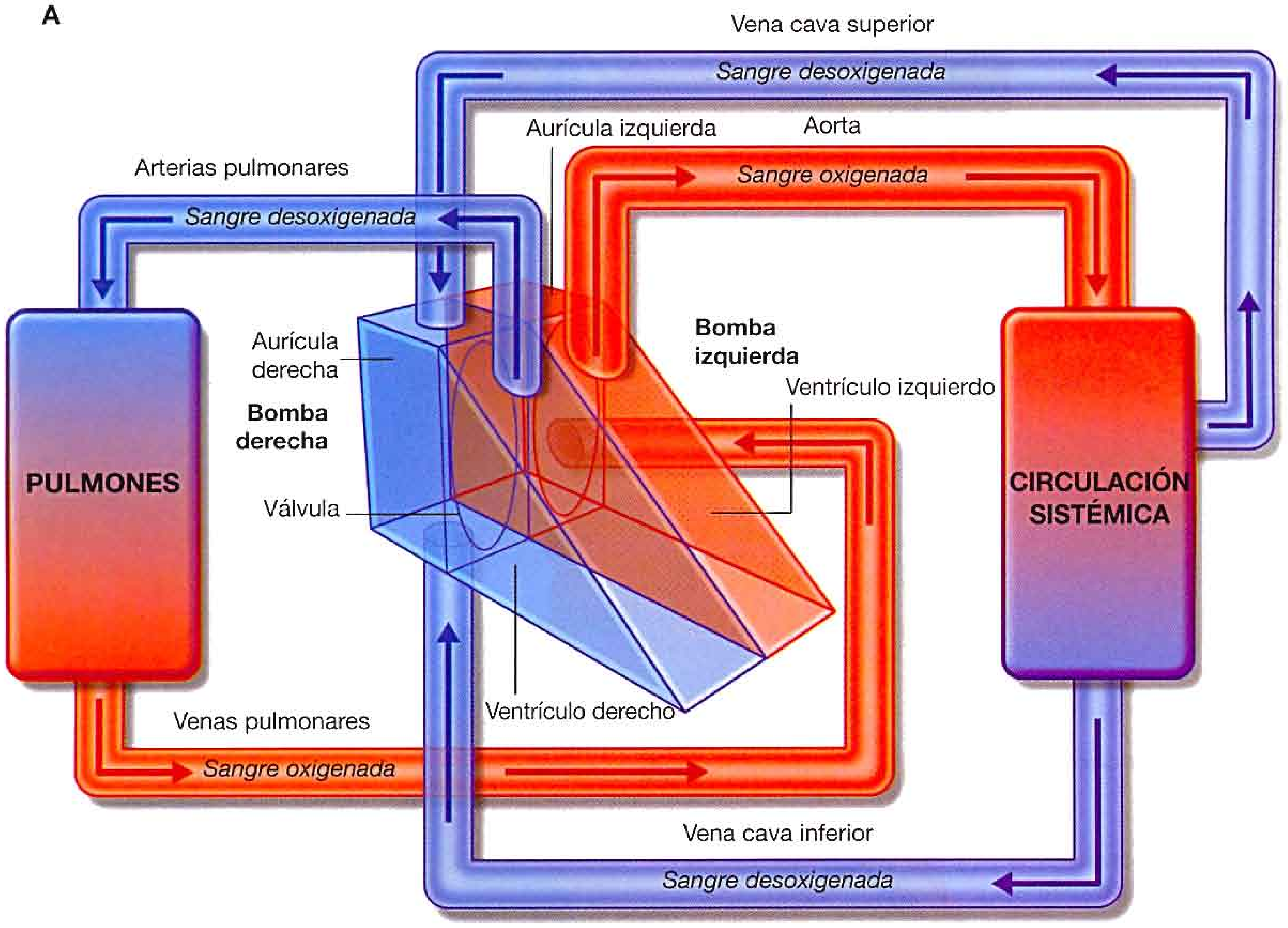
Cámaras cardíacas

El corazón funcionalmente está formado por dos bombas separadas por un tabique (fig. 3.62A). La bomba derecha recibe la sangre desoxigenada del cuerpo y la envía a los pulmones. La bomba izquierda recibe la sangre oxigenada de los pulmones y la envía hacia el cuerpo. Cada bomba está formada por una aurícula y un ventrículo separados por una válvula.

Las aurículas de paredes delgadas reciben la sangre que llega al corazón, mientras que los ventrículos con paredes relativamente gruesas bombean la sangre fuera del pulmón.

Es necesaria más fuerza para bombear la sangre a través del cuerpo que a través de los pulmones, por lo que la pared muscular del ventrículo izquierdo es más gruesa que la del derecho.

Los tabiques interauricular, interventricular y auriculoventricular separan las cuatro cámaras del corazón (fig. 3.62B). La anatomía interna de cada cámara es crítica para su función.



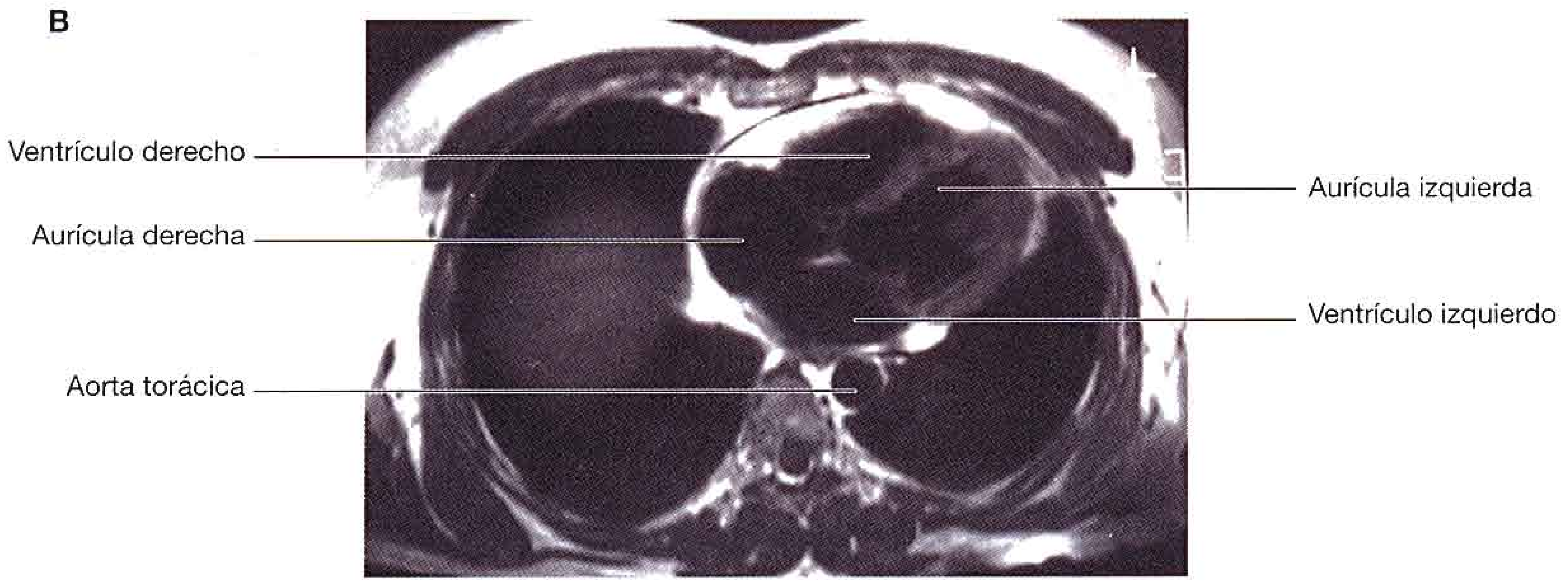


Fig. 3.62 **A.** El corazón tiene dos bombas. **B.** Resonancia magnética de la zona media del tórax mostrando las cuatro cámaras y los tabiques.

Aurícula derecha

En posición anatómica, el borde derecho del corazón está formado por la **aurícula derecha.** Esta cámara también contribuye a la parte derecha de la cara anterior del corazón.

La sangre que retorna a la aurícula derecha entra a través de uno de los siguientes tres vasos:

- Las venas cava superior e inferior, que conjuntamente recogen la sangre del cuerpo en el corazón.
- El seno coronario, que retorna la sangre de las paredes del propio corazón.

La vena cava superior entra en la parte posterosuperior de la aurícula derecha, y la vena cava inferior y el seno coronario entran en la parte posteroinferior de la aurícula derecha.

Desde la aurícula derecha, la sangre pasa al ventrículo derecho a través del **orificio auriculoventricular derecho.** Este orificio se orienta hacia delante y medialmente y está cerrado durante la contracción ventricular por la válvula tricúspide.

El interior de la aurícula derecha está dividido en dos espacios comunicados. Externamente esta separación está indicada por un surco vertical poco profundo (el **surco terminal del corazón**), que se extiende desde el lado derecho de la desembocadura de la vena cava superior hasta el lado derecho de la desembocadura de la vena cava inferior. Internamente, esta división está señalada por la **cresta terminal** (fig. 3.63), que es una cresta muscular poco pronunciada que comienza en el techo de la aurícula enfrente a la desembocadura de la vena cava superior y se extiende hacia abajo por la pared lateral hasta el labio anterior de la vena cava inferior.

El espacio posterior a la cresta es el **seno de las venas cavas** y deriva embriológicamente del cuerno derecho del seno venoso. Este componente de la aurícula derecha tiene las paredes delgadas y lisas y ambas venas cavas vacían en este espacio.

El espacio anterior a la cresta, incluyendo la **aurícula derecha,** en ocasiones se denomina la **aurícula verdadera.** Esta terminología está basada en que se origina en la aurícula primitiva embrionaria. Sus paredes están cubiertas por crestas denominadas **músculos pectinados,** que se expanden desde la cresta como los «dientes de un peine». Estas crestas también se encuentran en la orejuela o aurícula del atrio derecha, que es una bolsa muscular cónica en forma de oreja que externamente cubre la aorta ascendente.

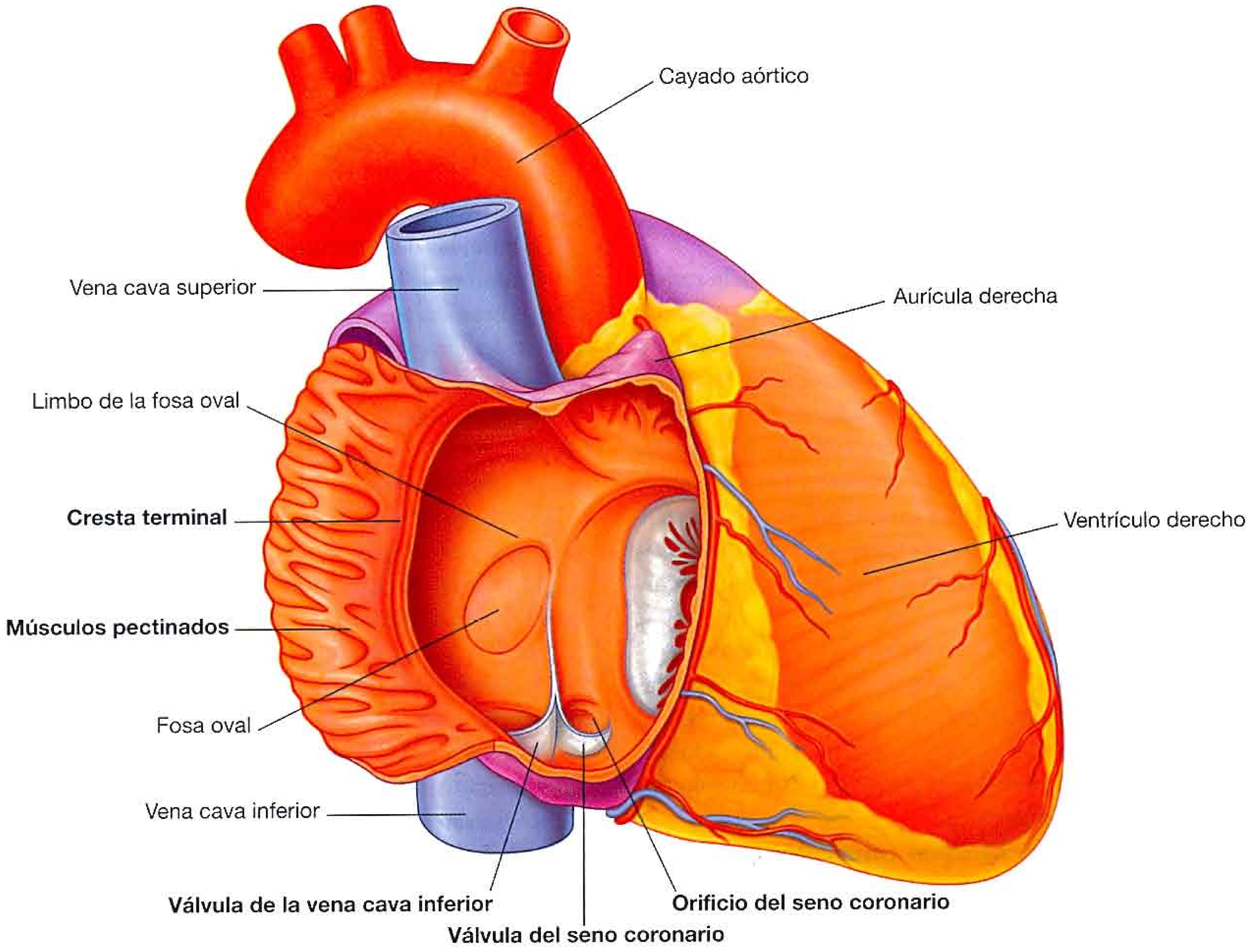


Fig. 3.63 Visión interna de la aurícula derecha.

Otra estructura que se encuentra en la aurícula derecha es el **orificio del seno coronario**, que recibe la sangre de la mayoría de las venas cardíacas y se abre medialmente al **orificio de la vena cava inferior.** Asociada a estos orificios existen pequeños pliegues de tejido derivados de la válvula del seno venoso embrionario (la **válvula del seno coronario** y la **válvula de la vena cava inferior,** respectivamente). Durante el desarrollo, la válvula de la vena cava inferior ayuda a dirigir la sangre entrante oxigenada a través de la ventana oval y hacia la aurícula izquierda.

Separando la aurícula derecha de la izquierda se encuentra el **tabique interauricular,** orientado hacia delante y hacia la derecha debido a que la aurícula izquierda se sitúa posteriormente y a la izquierda de la aurícula derecha. Existe una depresión claramente visible en el tabique por encima del orificio de la vena cava inferior que se denomina **fosa oval,** con un borde prominente, el **limbo de la fosa oval.**

La fosa oval marca la localización del **agujero oval** embrionario, que es una parte importante durante la circulación fetal. El agujero oval permite que la sangre oxigenada que entra en la aurícula derecha a través de la vena cava inferior pase directamente a la aurícula izquierda sin atravesar los pulmones, que no son funcionales antes del nacimiento.

Finalmente, existen numerosos pequeños orificios de las **venas cardíacas menores (orificios de las venas cardíacas mínimas)** dispersas a lo largo de las paredes de la aurícula derecha. Estas pequeñas venas drenan directamente del miocardio a la aurícula derecha.

Ventrículo derecho

En posición anatómica, el ventrículo derecho forma la mayor parte de la cara anterior del corazón y parte de la superficie diafragmática. La aurícula derecha está a la derecha del ventrículo derecho y éste, a su vez, se localiza delante y a la izquierda del orificio auriculoventricular derecho. La sangre que entra en el ventrículo derecho desde la aurícula derecha se desplaza, por tanto, en sentido horizontal y hacia delante.

El tracto de salida del ventrículo derecho, que se dirige al tronco de la pulmonar se denomina **cono arterioso (infundíbulo).** Este área tiene paredes lisas y deriva del bulbo cardíaco embrionario.

Las paredes de la porción de entrada del ventrículo derecho presentan numerosas estructuras musculares irregulares que se denominan **trabéculas carnosas** (fig. 3.64). La mayoría de éstas se unen a las paredes del ventrículo a lo largo de toda su longitud, formando crestas o se unen sólo por sus extremos, formando puentes.

Unas pocas trabéculas carnosas **(músculos papilares)** tienen sólo uno de sus extremos unido a la superficie del ventrículo, mientras que el otro extremo sirve de punto de inserción de un cordón fibroso parecido a un tendón **(cuerdas tendinosas)** que conectan con los bordes libres de las cúspides de la válvula tricúspide.

Existen tres músculos papilares en el ventrículo derecho. Se denominan según su punto de origen en la superficie ventricular y son el músculo papilar anterior, posterior y septal:

- El **músculo papilar anterior** es el mayor y más constante de los músculos papilares y nace en la pared anterior del ventrículo.
- El **músculo papilar posterior** puede estar formado por una, dos o tres estructuras y algunas cuerdas tendinosas que nacen directamente de la pared del ventrículo.
- El **músculo papilar septal** es el mas inconstante de los músculos papilares, siendo pequeño o ausente, y sus cuerdas tendinosas nacen directamente de la pared septal.

Una trabécula singular especializada, la **trabécula septomarginal (banda moderadora),** forma un puente entre la parte inferior del **tabique interventricular** y la base del músculo papilar anterior. La trabécula septomarginal incluye una porción del sistema de conducción cardíaco, la rama derecha del fascículo auriculoventricular hacia la pared anterior del ventrículo derecho.

Válvula tricúspide

El agujero auriculoventricular derecho está cerrado durante la contracción del ventrículo por la **válvula tricúspide (válvula auriculoventricular derecha),** que se denomina así porque está formada por tres cúspides o valvas (fig. 3.64). La base de cada cúspide está unida al anillo fibroso que rodea el orificio auriculoventricular. El anillo fibroso ayuda a mantener la forma del agujero. Las cúspides se continúan entre sí en su base, las denominadas **comisuras.**

El nombre de las tres cúspides, **anterior, posterior y septal,** se basa en su posición relativa en el ventrículo derecho. Los bordes libres de las cúspides se insertan en las cuerdas tendinosas que nacen de los extremos de los músculos papilares.

Durante el llenado del ventrículo derecho la válvula tricúspide está abierta y las tres valvas se proyectan hacia el ventrículo derecho.

Sin la presencia de un mecanismo de compensación, cuando la musculatura ventricular se contrae, la valva puede ser forzada hacia arriba por el flujo de sangre que puede volver hacia el interior de la aurícula derecha. Sin embargo, la contracción de los músculos papilares que se insertan en las valvas por las cuerdas tendinosas evitan la eversión de las mismas hacia la aurícula derecha.

En resumen, los músculos papilares y las cuerdas tendinosas asociadas mantienen las válvulas cerradas durante los cambios dramáticos de tamaño ventricular que se producen durante la contracción.

Además, en cada valva se insertan cuerdas tendinosas de dos músculos papilares. Esto ayuda a evitar la separación de las valvas durante la contracción ventricular. El cierre adecuado de la válvula tricúspide hace que la sangre salga del ventrículo derecho hacia el tronco de la pulmonar.

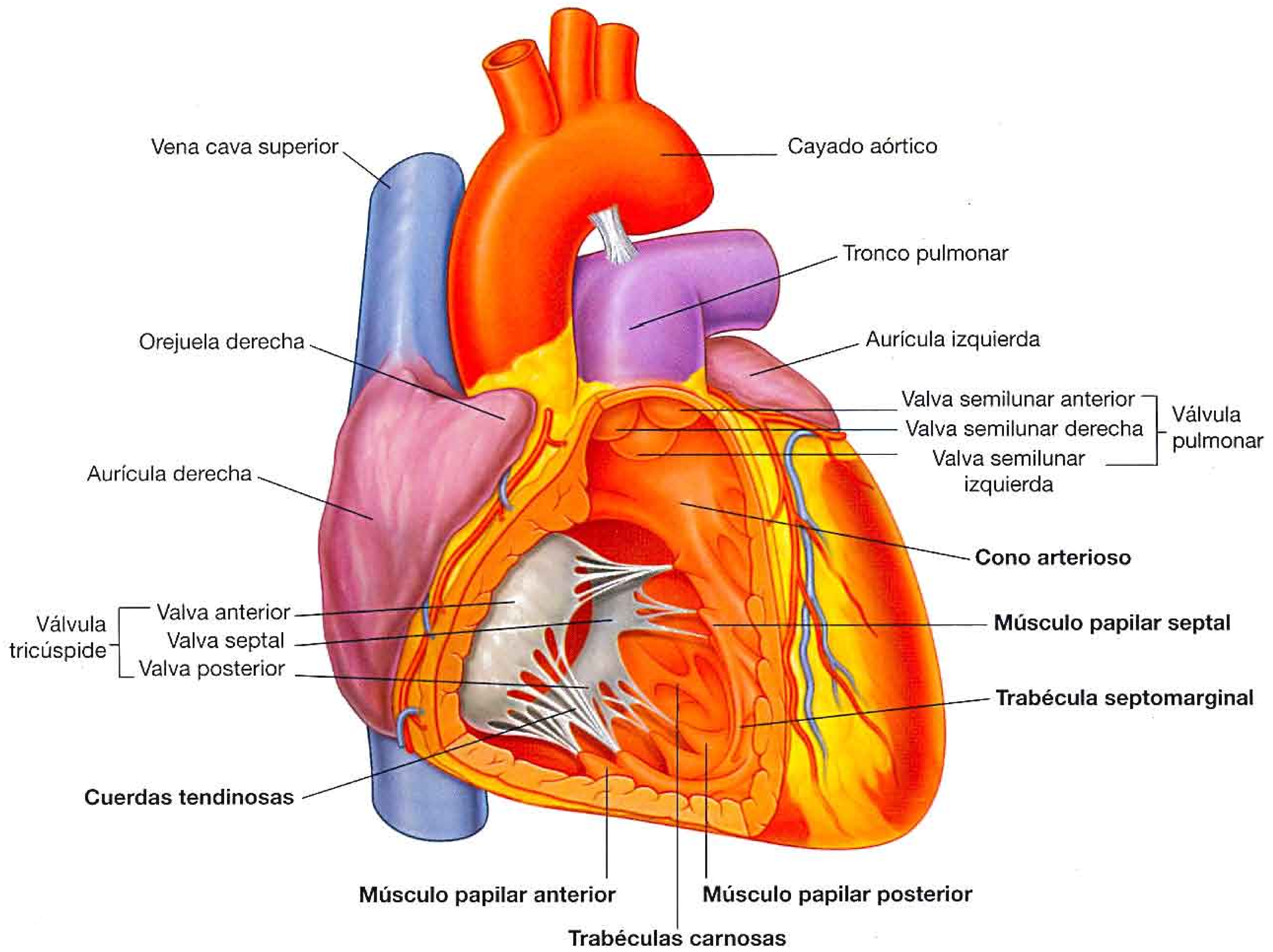


Fig. 3.64 Visión interna del ventrículo derecho.

Válvula pulmonar

En el vértice del infundíbulo, el tracto de salida del ventrículo derecho, la salida hacia el tronco de la pulmonar está cerrada por la **válvula pulmonar** (fig. 3.64), que consta de tres **valvas semilunares** cuyos bordes libres se proyectan hacia arriba en la luz del tronco pulmonar. Los bordes libres superiores de cada valva tienen una porción media engrosada, el **nódulo de la valva semilunar**, y una porción lateral fina, la **lúnula de la valva semilunar** (fig. 3.65).

Las valvas se denominan **valvas semilunares anterior, derecha e izquierda**, según su posición en el feto antes de que se complete la rotación del tracto de salida de los ventrículos. Cada valva forma un seno en forma de bolsillo (fig. 3.65), una dilatación en la pared de la porción inicial del tronco pulmonar. Tras la contracción del ventrículo, el reflujo de la sangre llena estos **senos pulmonares** y fuerza el cierre de las valvas. Esto evita que la sangre del tronco pulmonar refluya al ventrículo derecho.

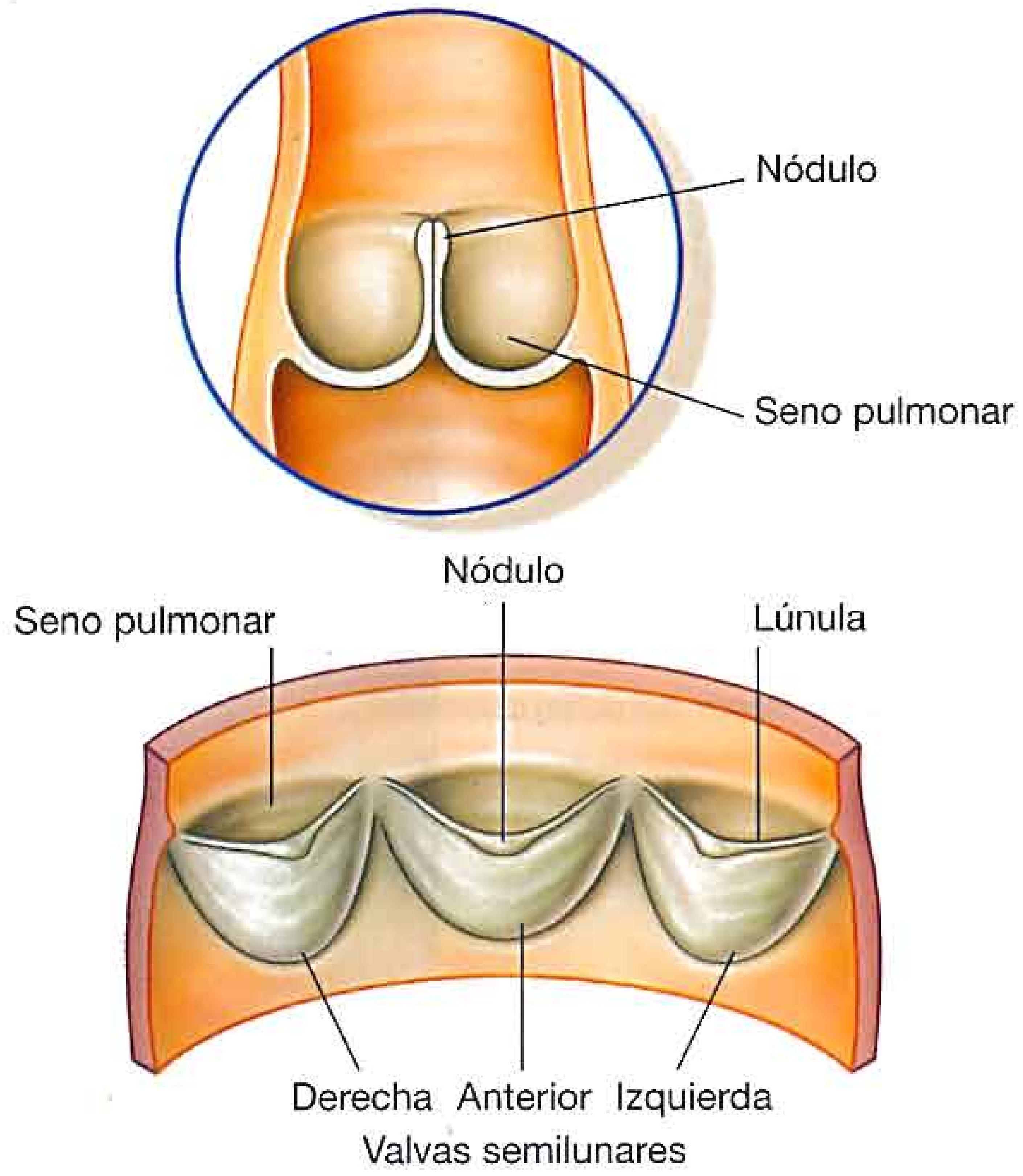


Fig. 3.65 Visión posterior de la válvula pulmonar.

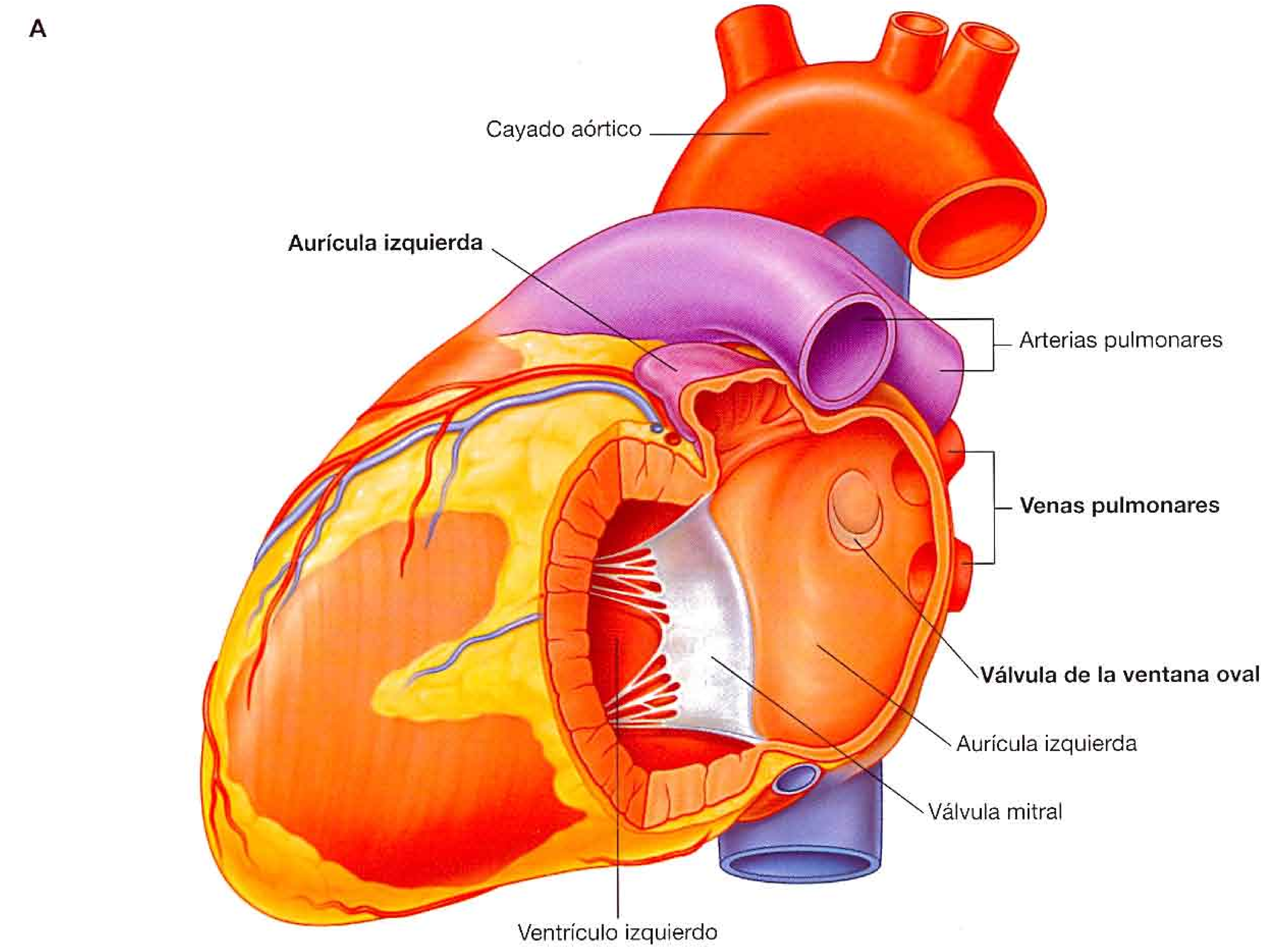
Aurícula izquierda

La **aurícula izquierda** forma la mayor parte de la base o cara posterior del corazón.

Al igual que en la aurícula derecha, la aurícula izquierda deriva embriológicamente de dos estructuras:

- La mitad posterior, o porción de entrada, recibe las cuatro venas pulmonares (fig. 3.66). Tiene las paredes lisas y deriva de la parte proximal de las venas pulmonares que se incorporan a la aurícula izquierda durante el desarrollo.
- La mitad anterior se continúa con la aurícula izquierda. Contiene los músculos pectinados y deriva de la aurícula embrionaria primitiva. A diferencia de la cresta terminal de la aurícula derecha, no existe ninguna estructura diferenciada que separe los dos componentes de la aurícula izquierda.

A



B

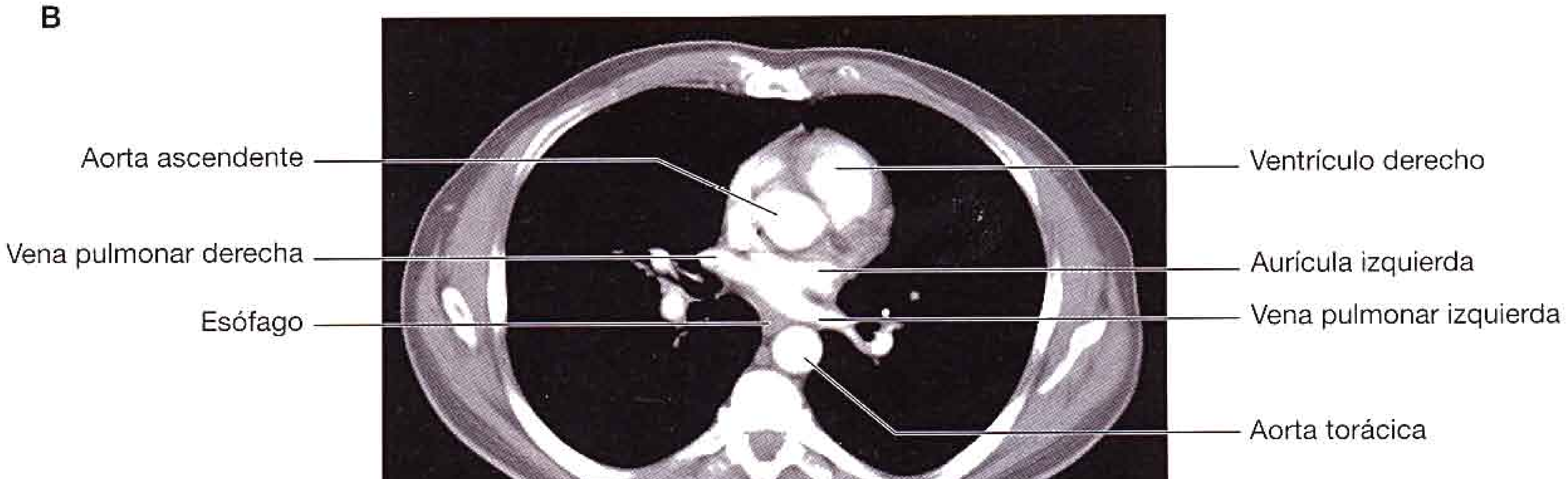


Fig. 3.66 Aurícula izquierda. **A.** Visión interna. **B.** Tomografía computarizada que muestra la entrada de las venas pulmonares en la aurícula izquierda.

El tabique interauricular forma parte de la pared anterior de la aurícula izquierda. La parte fina o depresión en el tabique es la válvula del agujero oval y se encuentra enfrente del suelo de la fosa oval en la aurícula derecha.

Durante el desarrollo, la **válvula del foramen oval** evita que la sangre pase de la aurícula izquierda a la derecha. Esta válvula puede no estar completamente sellada en algunos adultos, dejando un paso por el que puede pasar un sonda entre la aurícula derecha y la izquierda.

Ventrículo izquierdo

El ventrículo izquierdo queda anterior a la aurícula izquierda. Contribuye a las capas anterior, diafragmática y pulmonar izquierda del corazón, y forma el vértice.

La sangre entra en el ventrículo derecho a través del **orificio auriculoventricular izquierdo** y fluye hacia delante en dirección al vértice. La cámara tiene forma cónica, es más larga que el ventrículo derecho y tiene la capa más gruesa de **miocardio.** El tracto de salida (el **vestíbulo aórtico**) es posterior al infundíbulo del ventrículo derecho, tiene paredes lisas y deriva del bulbo cardíaco embrionario.

Las **trabéculas carnosas** del ventrículo izquierdo son finas y delicadas en contraste con las del derecho. El aspecto general de las trabéculas, con crestas y puentes musculares, es similar al del ventrículo derecho (fig. 3.67).

También existen músculos papilares junto con las cuerdas tendinosas, y cuya estructura es como la que se describe más arriba para el ventrículo derecho. Se suelen observar dos músculos papilares en el ventrículo izquierdo, el **músculo papilar anterior** y el **posterior**, y son mayores que los del ventrículo derecho.

En posición anatómica, el ventrículo izquierdo es algo posterior al derecho. El tabique interventricular forma por tanto la pared anterior y parte de la pared derecha del ventrículo izquierdo. El tabique consta de dos partes:

- Una **parte muscular.**
- Una **parte membranosa.**

La porción muscular es gruesa y forma la mayor parte del tabique, mientras que la porción membranosa es la parte más fina y superior del mismo. Se puede considerar una tercera porción del tabique, la zona auriculoventricular, debido a su posición por encima de las valvas septales de la válvula tricúspide. Esta localización superior hace que parte del tabique se encuentre entre el ventrículo izquierdo y la aurícula derecha.

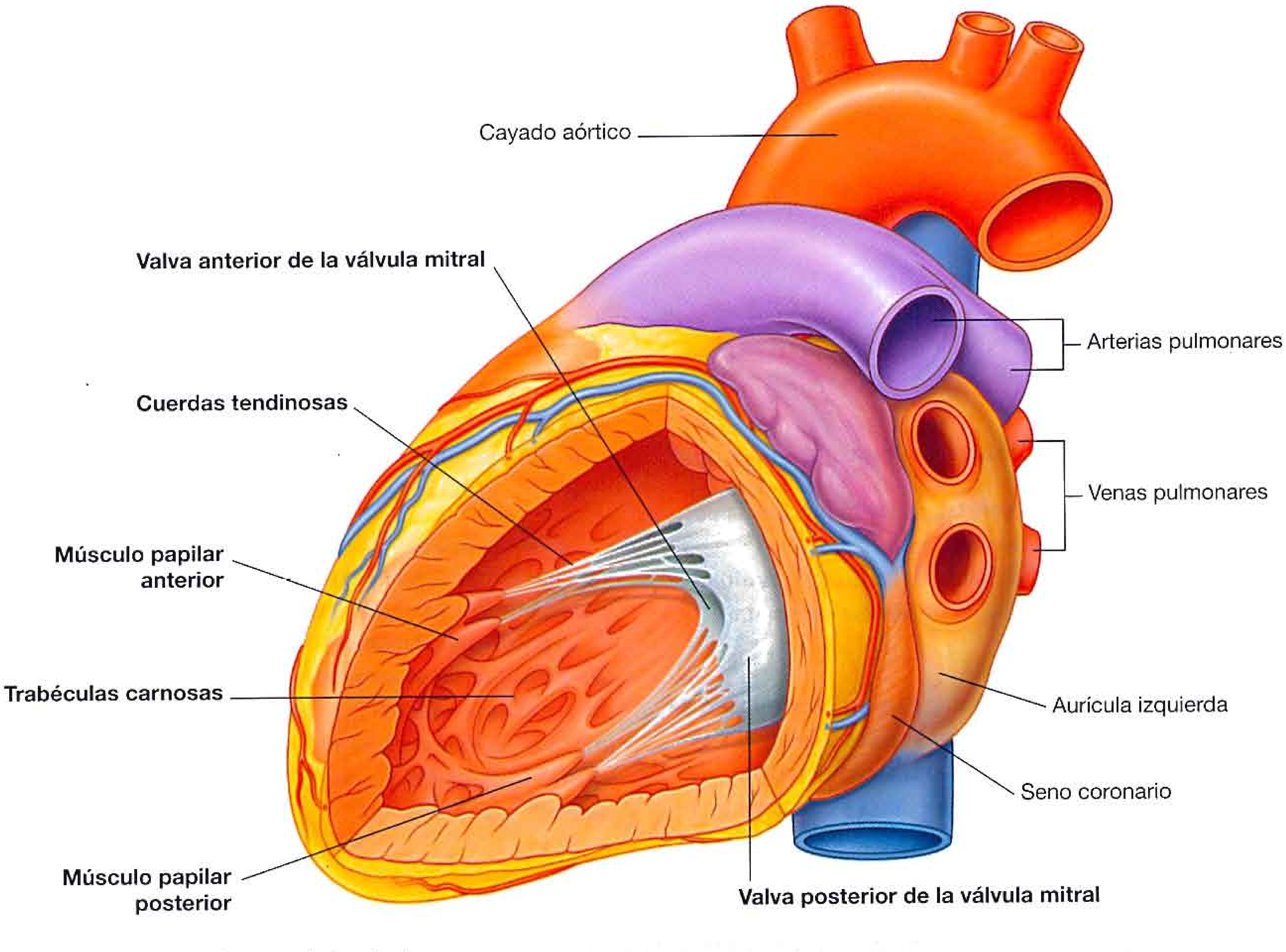


Fig. 3.67 Visión interna del ventrículo izquierdo.

Válvula mitral

El orificio auriculoventricular izquierdo se abre en el lado posterior derecho de la zona superior del ventrículo izquierdo. Se cierra durante la contracción ventricular mediante la **válvula mitral (válvula auriculoventricular izquierda),** que también se denomina válvula bicúspide debido a que tiene dos valvas, la **valva anterior** y la **posterior** (fig. 3.67). Las bases de las valvas están fijadas a un anillo fibroso que rodea el agujero y las valvas se continúan una con otra en las comisuras. La acción coordinada de los músculos papilares y de las cuerdas tendinosas se produce del mismo modo que se describió en el ventrículo derecho.

Válvula aórtica

El vestíbulo aórtico o tracto de salida del ventrículo izquierdo se continúa superiormente con la aorta ascendente. El agujero del ventrículo izquierdo hacia la aorta está cerrado por la **válvula aórtica.** Esta válvula es de similar estructura a la pulmonar. Está formada por tres **valvas semilunares** con un borde libre que se proyecta hacia arriba en la luz de la aorta ascendente (fig. 3.68).

Entre las valvas semilunares y la pared de la aorta ascendente existen senos en forma de bolsillo: los **senos aórticos derecho, izquierdo** y **posterior.** Las arterias coronarias derecha e izquierda se originan en los senos aórticos derecho e izquierdo, respectivamente. Debido a ello, el seno aórtico posterior y su valva son, en ocasiones, denominados el **seno** y la **valva no coronarios.**

El funcionamiento de la válvula aórtica es similar a la de la válvula pulmonar con una importante característica adicional: cuando la sangre refluye tras la contracción ventricular y llena los senos aórticos, se ve forzada automáticamente al interior de las arterias coronarias debido a que estos vasos se originan en los senos aórticos derecho e izquierdo.

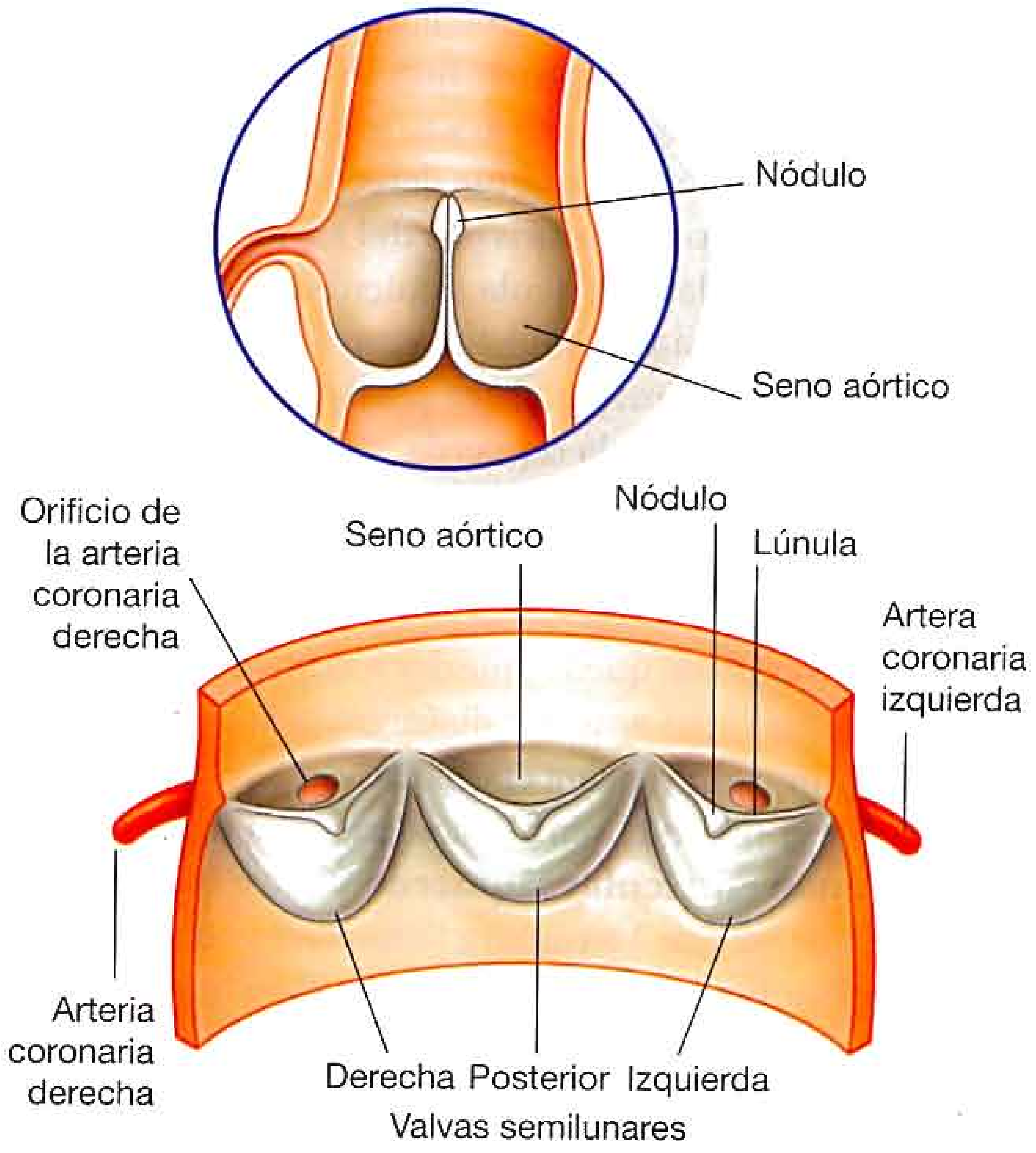


Fig. 3.68 Visión anterior de la válvula aórtica.

Conceptos prácticos

Patología valvular

Los problemas valvulares consisten básicamente en dos tipos:

- Incompetencia (insuficiencia), que está producida por una mala función de las válvulas.
- Estenosis, un estrechamiento del orificio causado por la incapacidad de la válvula de abrirse completamente.

La **valvulopatía mitral** suele tratarse de un patrón mixto de estenosis e incompetencia, uno de los cuales suele predominar. Tanto la estenosis como la incompetencia producen mal funcionamiento de la válvula y alteraciones subsecuentes en el corazón, entre las que se incluyen:

- Hipertrofia del ventrículo izquierdo (es apreciablemente menos marcada en pacientes con estenosis mitral).
- Aumento de la presión venosa pulmonar.
- Edema pulmonar.
- Dilatación e hipertrofia de la aurícula izquierda.

La **valvulopatía aórtica,** tanto la estenosis aórtica como la incompetencia (reflujo) aórtico pueden producir una importante insuficiencia cardíaca.

La **patología valvular del lado derecho del corazón (afectación de las válvulas tricúspide o pulmonar)** suele ser producida por infección. La valvulopatía resultante produce unos cambios de presión anormales en la aurícula y ventrículo derechos, y esto puede llevar a una insuficiencia cardíaca.

Conceptos prácticos

Cardiopatías congénitas frecuentes

Las alteraciones más frecuentes que tienen lugar durante el desarrollo son las que se producen por un defecto en los tabiques auricular y ventricular.

Un **defecto en el tabique interauricular** permite que la sangre pase de un lado del corazón al otro desde la cámara con mayor presión; esto se denomina clínicamente cortocircuito. Una **comunicación interauricular (CIA)** permite el paso de la sangre oxigenada desde la aurícula izquierda (mayor presión) a través de la CIA a la aurícula derecha (menor presión). Muchos pacientes con CIA son asintomáticos, pero en algunos casos puede ser necesario el cierre quirúrgico o mediante dispositivos endovasculares de la CIA. En ocasiones, el aumento del flujo en la aurícula derecha durante años puede ocasionar una hipertrofia de la aurícula y del ventrículo derechos y una dilatación del tronco pulmonar, produciendo hipertensión arterial pulmonar.

Las cardiopatías congénitas más frecuentes son las que se producen en el tabique interventricular: **comunicación interventricular (C4).** Estas lesiones son más frecuentes en la parte membranosa del tabique y permiten que la sangre pase del ventrículo izquierdo (mayor presión) al ventrículo derecho (menor presión); esto lleva a una hipertrofia del ventrículo derecho y una hipertensión arterial pulmonar. En caso de que sea lo suficientemente grande y no se trate, las C4 pueden producir problemas clínicos importantes que precisen de tratamiento quirúrgico.

En ocasiones, el **conducto arterioso,** que conecta la rama izquierda de la arteria pulmonar con la parte inferior del cayado aórtico, no se cierra en el nacimiento. Cuando esto ocurre, la sangre oxigenada del cayado aórtico (mayor presión) pasa a la rama izquierda de la arteria pulmonar (menor presión) y produce una hipertensión pulmonar. Esto se denomina **conducto arterioso persistente** o **patente (CAP).**

Todos estos defectos producen un cortocircuito de izquierda a derecha, lo que quiere decir que la sangre oxigenada de la parte izquierda del corazón se mezcla con la sangre desoxigenada del lado derecho antes de pasar a la circulación pulmonar. Estos cortocircuitos normalmente son compatibles con la vida, pero puede ser necesaria la cirugía o un tratamiento endovascular.

En raras ocasiones el cortocircuito es de derecha a izquierda. De forma aislada este defecto es mortal; sin embargo, se suele asociar a otras anomalías en las que parte de la sangre desoxigenada retorna a los pulmones y a la circulación sistémica.

Conceptos prácticos

Auscultación cardíaca

La auscultación del corazón muestra el ciclo cardiaco normal audible, que permite valorar la frecuencia cardíaca, el ritmo y la regularidad. Además, pueden apreciarse soplos cardíacos que se manifiestan como ruidos característicos en cada una de las fases del ciclo cardíaco (fig. 3.69).

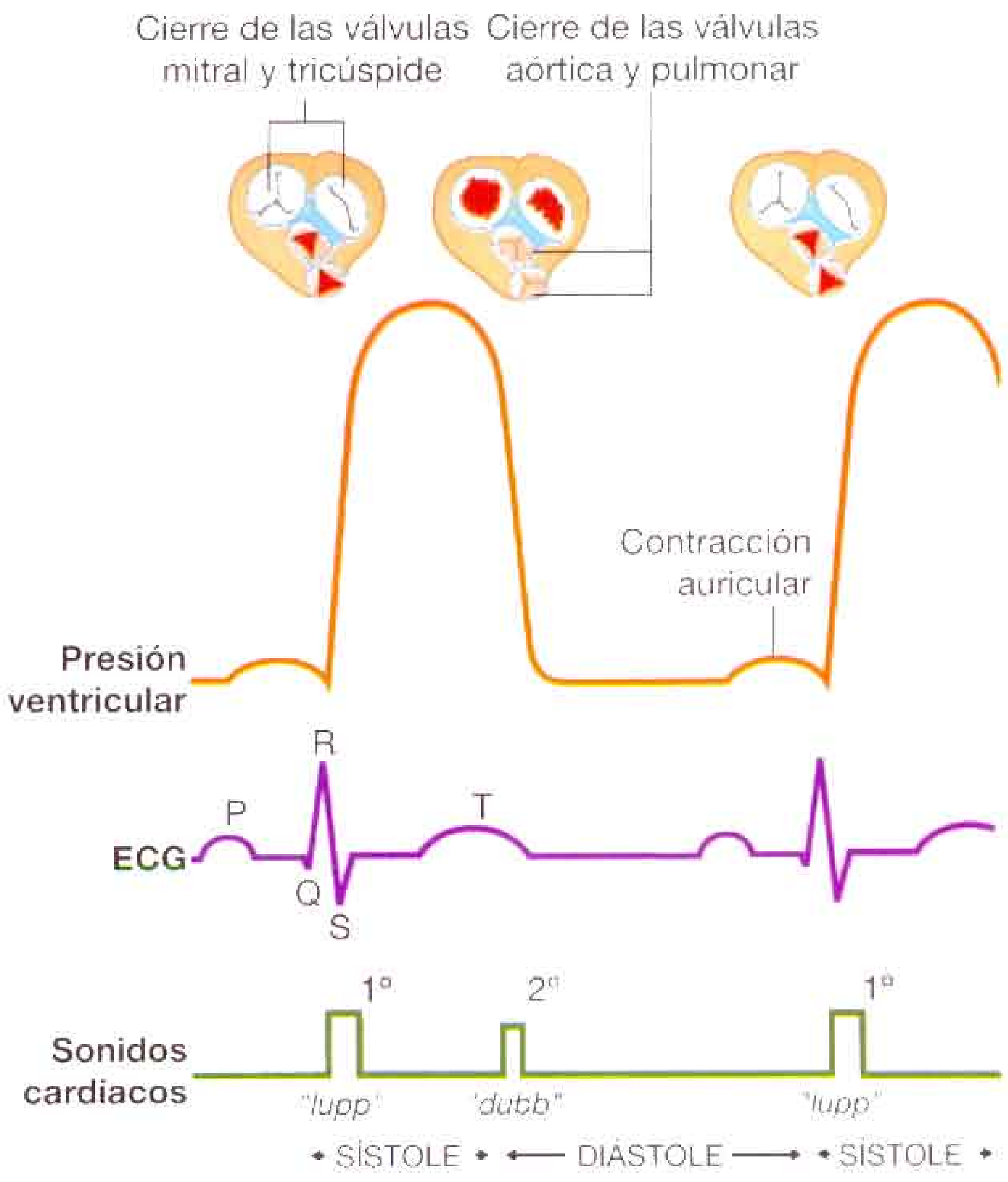


Fig. 3.69 Sonidos cardíacos y su relación con el cierre de las válvulas, el electrocardiograma (ECG) y la presión ventricular.

Esqueleto cardíaco

El esqueleto cardíaco es una estructura de tejido conjuntivo fibroso denso en forma de cuatro anillos con zonas interconectadas en un plano entre las aurículas y los ventrículos. Los cuatro anillos del esqueleto cardíaco rodean los dos orificios auriculoventriculares, la salida de la aorta y el agujero para el tronco pulmonar. Son los llamados **anillos fibrosos.** Entre las áreas interconectadas se incluyen:

- El **trígono fibroso derecho,** que se trata de un área engrosada de tejido conjuntivo entre el anillo aórtico y el anillo auriculoventricular derecho.
- El **trígono fibroso izquierdo,** que es un área engrosada de tejido conjuntivo entre el anillo aórtico y el anillo auriculoventricular izquierdo (fig. 3.70).

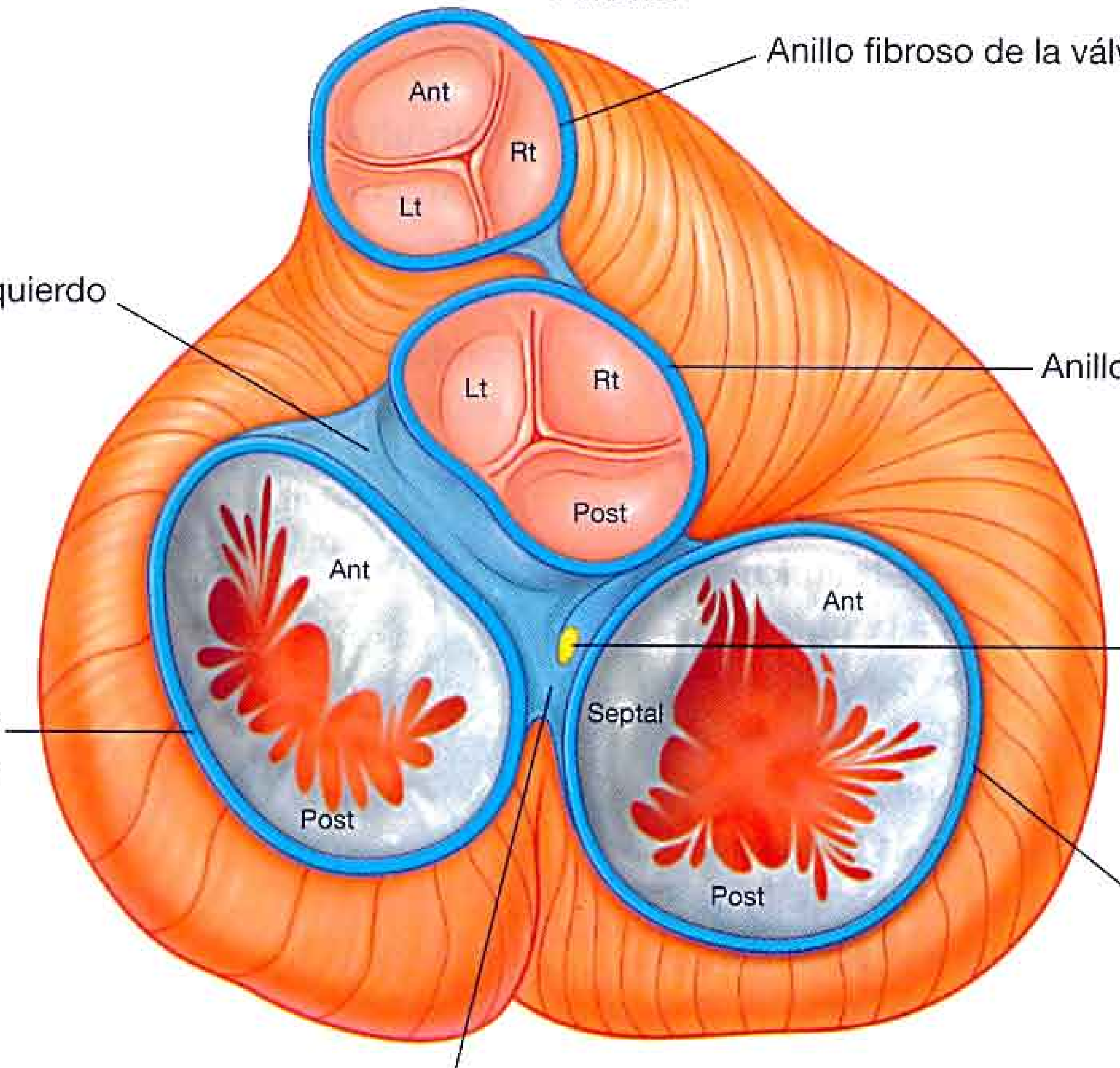


Fig. 3.70 Esqueleto cardíaco (aurículas resecadas).

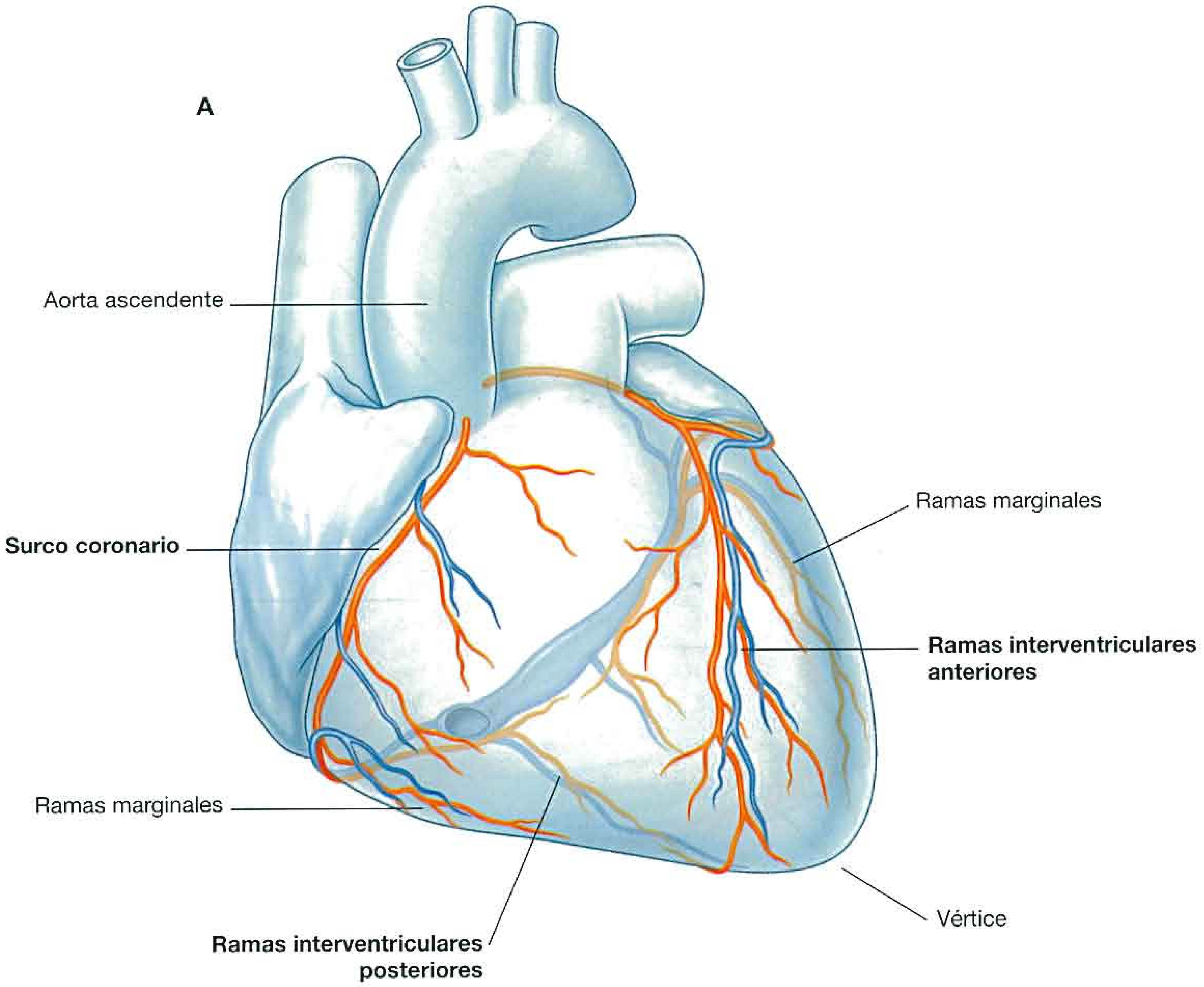
El esqueleto cardíaco ayuda a mantener la integridad de los orificios que rodea y proporciona una zona de inserción para las válvulas. También separa la musculatura de la aurícula de la musculatura de los ventrículos. El miocardio auricular se origina en la zona superior de los anillos, mientras que el miocardio ventricular se origina en el margen inferior de los anillos.

El esqueleto cardíaco también genera divisiones de tejido conjuntivo denso que aíslan eléctricamente las aurículas de los ventrículos. El fascículo auriculoventricular que pasa a través del anillo es la única conexión entre estos dos conjuntos de miocardio.

Vasos coronarios

Dos arterias coronarias surgen desde los senos aórticos en la zona inicial de la aorta ascendente e irrigan los músculos y otros tejidos del corazón. Rodean el corazón en el surco coronario, con ramas marginales e interventriculares, a lo largo de los surcos interventriculares, que convergen en el vértice del corazón (fig. 3.71).

El retorno venoso pasa a través de las venas cardíacas, la mayoría de las cuales vacían en el seno coronario. Esta gran estructura venosa se localiza en el surco coronario, en la cara posterior del corazón entre la aurícula y el ventrículo izquierdo. El seno coronario drena en la aurícula derecha, entre la desembocadura de la vena cava inferior y el orificio auriculoventricular derecho.



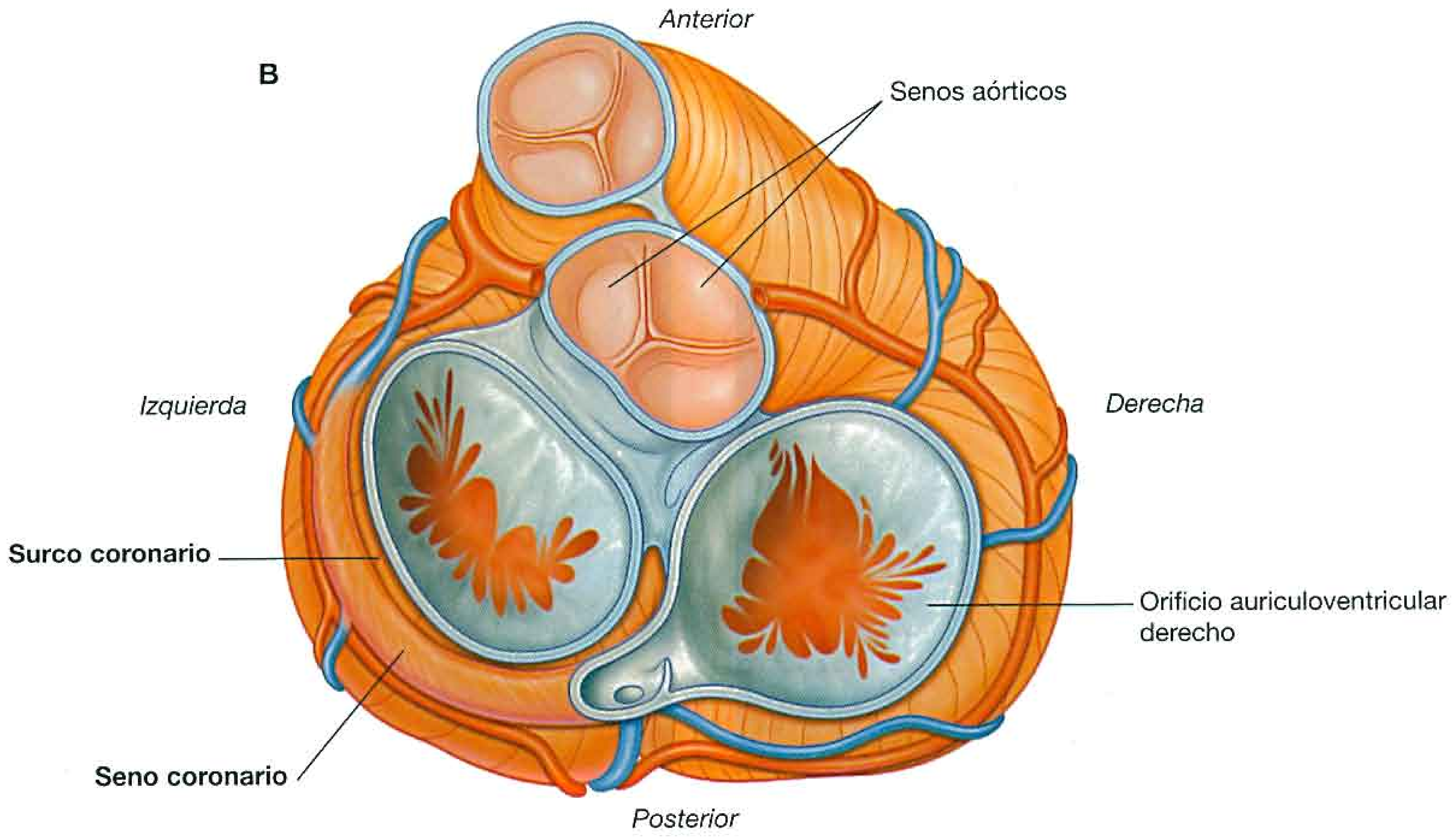


Fig. 3.71 Vascularización cardíaca. **A.** Visión anterior. **B.** Visión superior (aurículas resecadas).

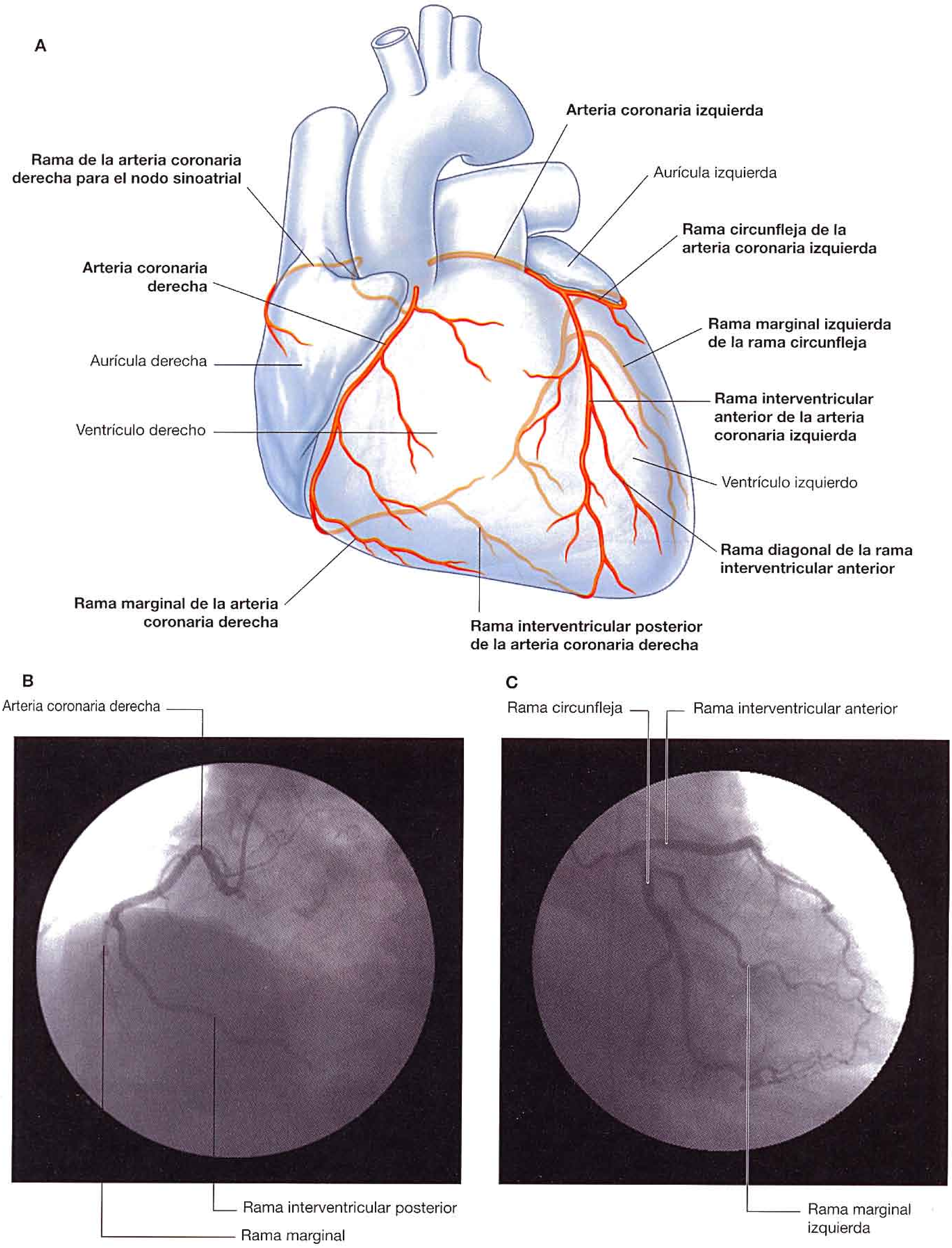


Fig. 3.72 **A.** Visión anterior del sistema arterial coronario. **B.** Visión oblicua anterior izquierda de la arteria coronaria derecha. **C.** Visión oblicua anterior derecha de la arteria coronaria derecha.

Arterias coronarias

Arteria coronaria derecha

La **arteria coronaria derecha** se origina en el seno aórtico derecho de la aorta ascendente. Pasa anteriormente o hacia la derecha entre la aurícula derecha y el tronco pulmonar y después desciende verticalmente en el surco coronario, entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho (fig. 3.27A). Al llegar al borde inferior del corazón, se dirige posteriormente y continúa en el surco sobre la cara diafragmática y la base del corazón. Durante este recorrido, surgen numerosas ramas del tronco principal del vaso:

- Una primera **rama auricular** pasa por el surco entre la aurícula derecha y la aorta ascendente y da la **rama para el nódulo sinoauricular,** que rodea posteriormente a la vena cava superior para irrigar el nódulo sinoauricular.
- Una **rama marginal derecha** se desprende cuando la arteria coronaria derecha se aproxima al margen inferior (agudo) del corazón (fig. 3.27B) y continúa a lo largo de este borde hacia el vértice del corazón.
- Conforme la arteria coronaria derecha continúa en la base/cara diafragmática del corazón, proporciona una pequeña rama para el nódulo auriculoventricular antes de dar su rama terminal mayor, la **rama interventricular posterior,** que se sitúa en el surco interventricular posterior.

La arteria coronaria derecha irriga la aurícula y el ventrículo derechos, los nódulos sinusal y auriculoventricular, el tabique interauricular, una parte de la aurícula izquierda, el tercio posteroinferior del tabique interventricular y parte de la cara posterior del ventrículo izquierdo.

Arteria coronaria izquierda

La **arteria coronaria izquierda** se origina del seno aórtico izquierdo de la aorta ascendente. Pasa entre el tronco pulmonar y la aurícula izquierda antes de entrar en el surco coronario. Mientras permanece posterior al tronco pulmonar, la arteria se divide en sus dos ramas terminales, la interventricular anterior y la circunfleja (fig. 3.72A).

- La **rama interventricular anterior (arteria descendente anterior izquierda),** que continúa rodeando el lado izquierdo del tronco pulmonar y desciende de manera oblicua hacia el vértice del corazón en el surco interventricular anterior (fig. 3.72C). Durante su recorrido, puede dar una o dos **ramas diagonales** grandes que descienden diagonalmente cruzando la superficie anterior del ventrículo izquierdo.
- La **rama circunfleja,** que discurre hacia la izquierda, en el surco coronario y a la base/cara diafragmática del corazón y generalmente termina antes de alcanzar el surco interventricular posterior; una gran rama, la **arteria marginal izquierda,** generalmente nace y continúa cruzando el margen obtuso redondeado del corazón.

El patrón de distribución de la arteria coronaria izquierda le permite irrigar la mayoría de la aurícula y el ventrículo izquierdo, y la mayor parte del tabique interventricular, incluyendo el fascículo auriculoventricular y sus ramas.

Variaciones en el patrón de distribución de las arterias coronarias

Existen algunas variaciones principales en los patrones de distribución básica de las arterias coronarias:

- El patrón de distribución descrito anteriormente, con una arteria coronaria derecha y otra izquierda, es el más común y consta de una arteria coronaria derecha dominante. Esto significa que la rama interventricular posterior nace de la arteria coronaria derecha. La arteria coronaria derecha irriga, por tanto, una gran parte de la pared posterior del ventrículo izquierdo y la arteria circunfleja de la arteria coronaria izquierda es relativamente pequeña.
- Por el contrario, en los corazones con una arteria coronaria izquierda dominante, la rama interventricular posterior nace de una gran rama circunfleja e irriga la mayoría de la pared posterior del ventrículo izquierdo (fig. 3.73).
- Otro punto de variación se relaciona con el aporte arterial de los nódulos sinusal y auriculoventricular. En la mayoría de los casos, estas dos estructuras están irrigadas por la arteria coronaria derecha. Sin embargo, en ocasiones, los vasos de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda son los que irrigan estas estructuras.

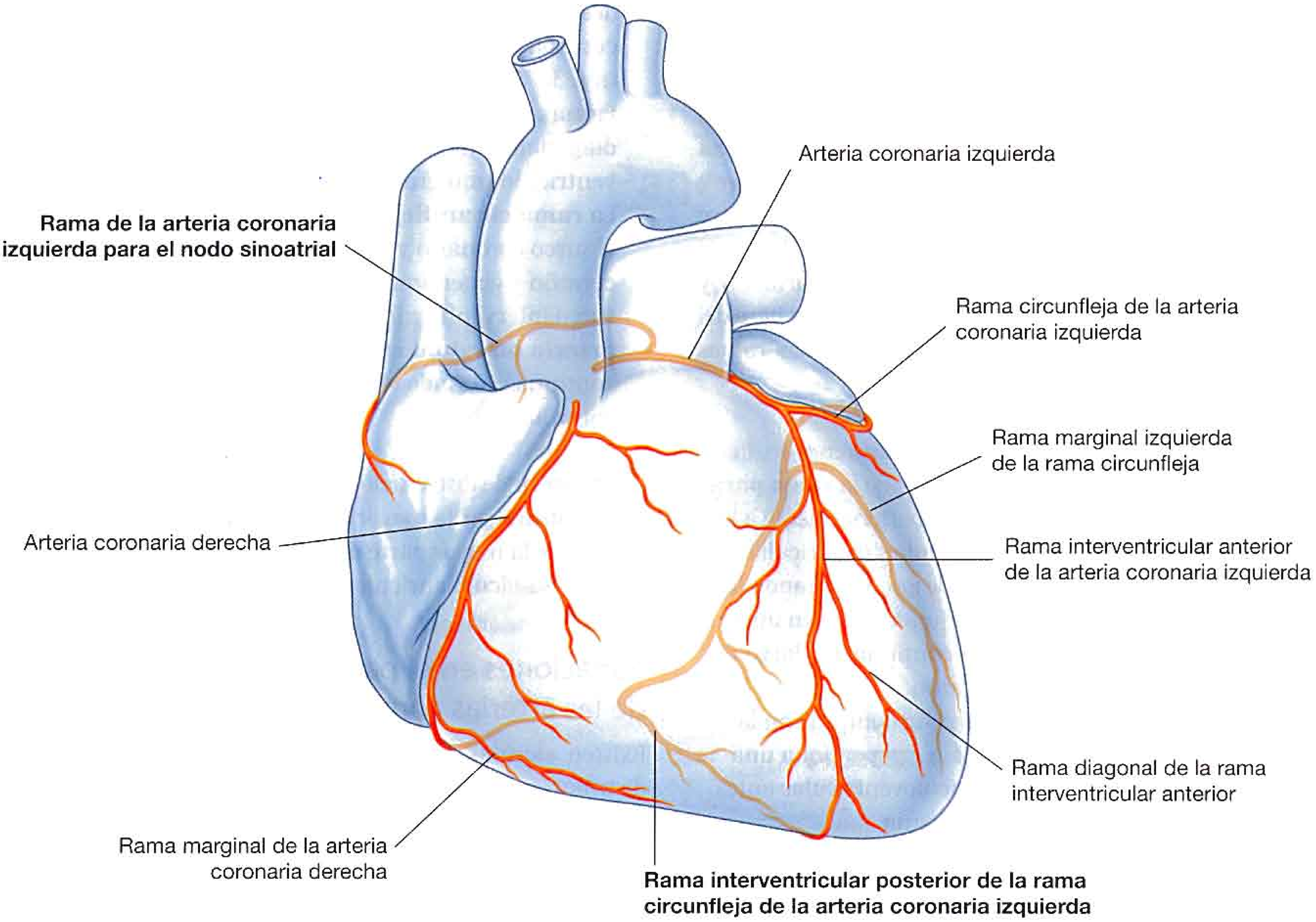


Fig. 3.73 Arteria coronaria izquierda dominante.

Conceptos prácticos

Patología arterial coronaria

La oclusión de una arteria coronaria principal lleva a una inadecuada oxigenación de un área del miocardio y muerte celular **(infarto de miocardio).** La gravedad depende del tamaño y localización de la arteria afectada y de si la obstrucción es total o no. Las obstrucciones parciales pueden producir dolor (angina) durante o después del ejercicio. El dolor cardíaco típico es un dolor profundo retroesternal que irradia hacia el brazo izquierdo y la parte inferior del cuello.

La gravedad de la isquemia y del infarto depende de la velocidad con que se ha producido la oclusión o estenosis y de si se ha desarrollado o no circulación colateral.

En la actualidad se dispone de diversos procedimientos para mejorar el flujo sanguíneo en las arterias coronarias parcial o completamente ocluidas:

- La **angioplastia coronaria** es una técnica en la que se introduce un catéter largo en la arteria femoral en el muslo, que se pasa a través de las arterias ilíaca externa y común y por la aorta hasta el origen de las arterias coronarias. Se pasa un alambre fino en la arteria coronaria que se emplea para cruzar la estenosis. Después se pasa un pequeño balón sobre el alambre y se infla a nivel de la obstrucción ensanchándola.
- Si la patología coronaria es muy grave para ser tratada mediante angioplastia coronaria, puede ser necesario un **bypass arterial.** Se extrae la vena safena de la pierna que se emplea como injerto autólogo. Se divide en varios tramos, cada uno de los cuales se emplea como bypass en las zonas bloqueadas de las arterias coronarias. También se pueden emplear para ello la arteria torácica interna o la radial.

Conceptos prácticos

Terminología clínica para las arterias coronarias

En la práctica, los médicos emplean diferentes nombres para los vasos coronarios. La arteria coronaria izquierda corta se conoce también como **tronco principal izquierdo.** Una de sus ramas primarias, la arteria interventricular anterior, se denomina también **arteria descendente anterior izquierda (DAI).** De igual modo, la rama terminal de la arteria coronaria derecha, la arteria interventricular posterior, se denomina **arteria descendente posterior (DP).**

Venas cardíacas

El **seno coronario** recibe cuatro tributarias principales: la mayor, la media, la menor y las venas cardíacas posteriores.

Vena coronaria mayor

La **vena coronaria mayor** comienza en el vértice del corazón (fig. 3.74A), y asciende en el surco interventricular anterior donde se relaciona con la arteria interventricular anterior y, habitualmente se denomina **vena interventricular anterior.** Llegando al seno coronario, la vena coronaria mayor gira a la izquierda y continúa por la base/cara diafragmática del corazón. En este punto, se asocia con la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda. Siguiendo su camino en el surco coronario, la vena coronaria mayor gradualmente va aumentando de calibre para formar el seno coronario que termina en la aurícula derecha (fig. 3.74B).

Vena coronaria media

La **vena coronaria media (vena interventricular posterior)** comienza cerca del vértice del corazón y asciende en el surco interventricular posterior hacia el seno coronario (fig. 3. 74B). Se asocia a la rama interventricular posterior de la arteria coronaria derecha o izquierda a lo largo de todo su recorrido.

Vena coronaria menor

La **vena coronaria menor** comienza en la parte anteroinferior del surco coronario entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho (fig. 3.74A). Continúa en este surco hacia la base/cara diafragmática del corazón donde entra en el seno coronario en su extremo auricular. Acompaña a la arteria coronaria derecha en todo su recorrido y puede recibir una **vena marginal derecha** (fig. 3.74A). Esta pequeña vena acompaña a la rama marginal de la arteria coronaria derecha a lo largo del margen agudo del corazón. Si la vena marginal derecha no se une a la vena coronaria menor penetra directamente en la aurícula derecha.

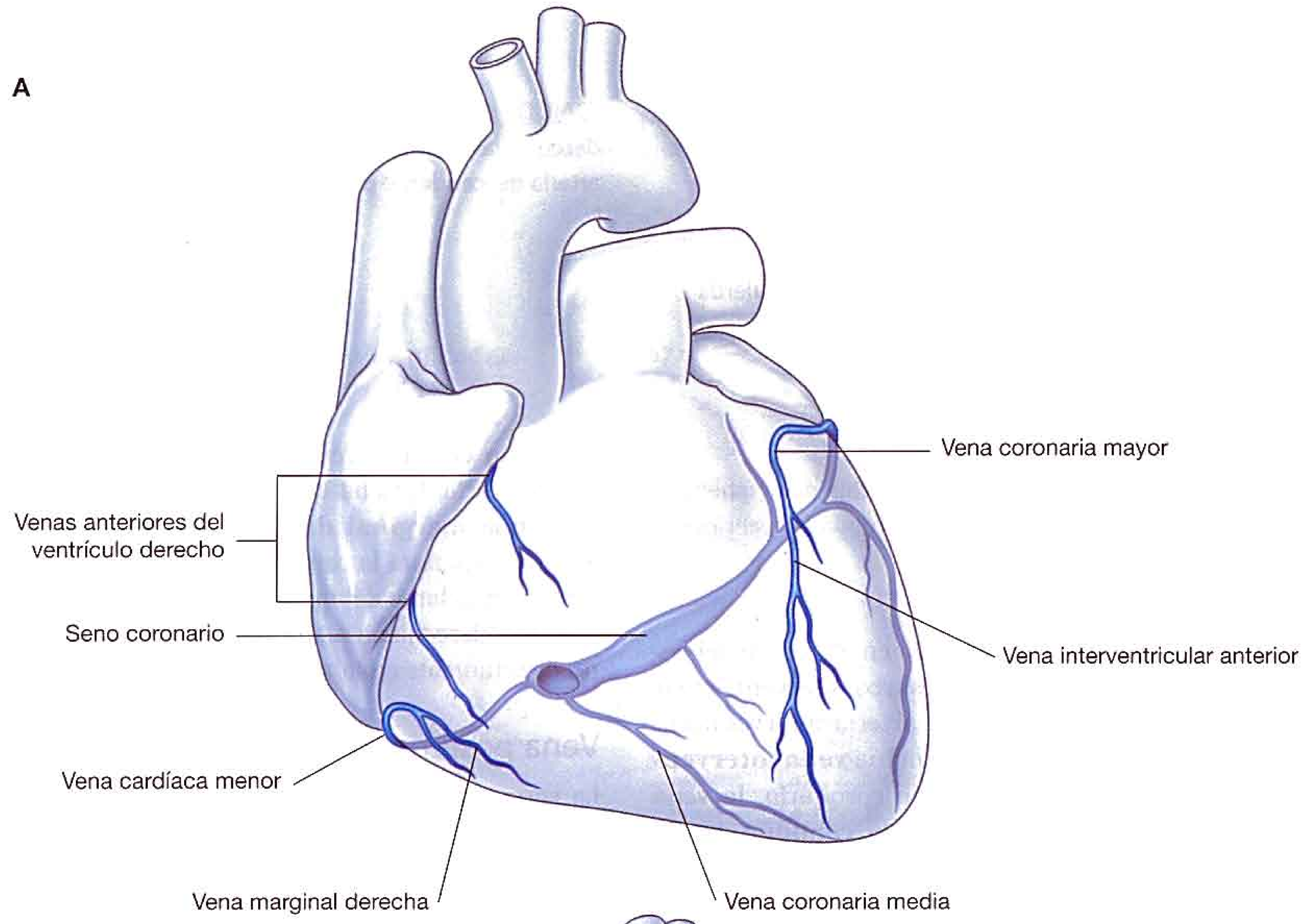
Vena posterior del ventrículo izquierdo

La **vena coronaria posterior** se sitúa en la cara posterior del ventrículo izquierdo justo a la izquierda de la vena cardíaca media (fig. 3.74B), o bien entra directamente en el seno coronario o bien se une a la vena coronaria mayor.

Otras venas cardíacas

Dos grupos de venas coronarias adicionales también participan en el drenaje venoso del corazón:

- Las **venas anteriores del ventrículo derecho (venas coronarias anteriores)** son pequeñas venas que nacen en la pared anterior del ventrículo derecho (fig. 3.74A). Cruzan el surco coronario y entran en la pared anterior de la aurícula derecha. Drenan la parte anterior del ventrículo derecho. La vena marginal derecha puede formar parte de este grupo si no se une a la vena coronaria menor.
- También se ha descrito un grupo de venas cardíacas mínimas **(venas de Tebesio).** Drenan directamente en las cavidades cardíacas, son muy numerosas en la aurícula y ventrículo derechos, aparecen ocasionalmente en la aurícula izquierda y son raras en el ventrículo izquierdo.



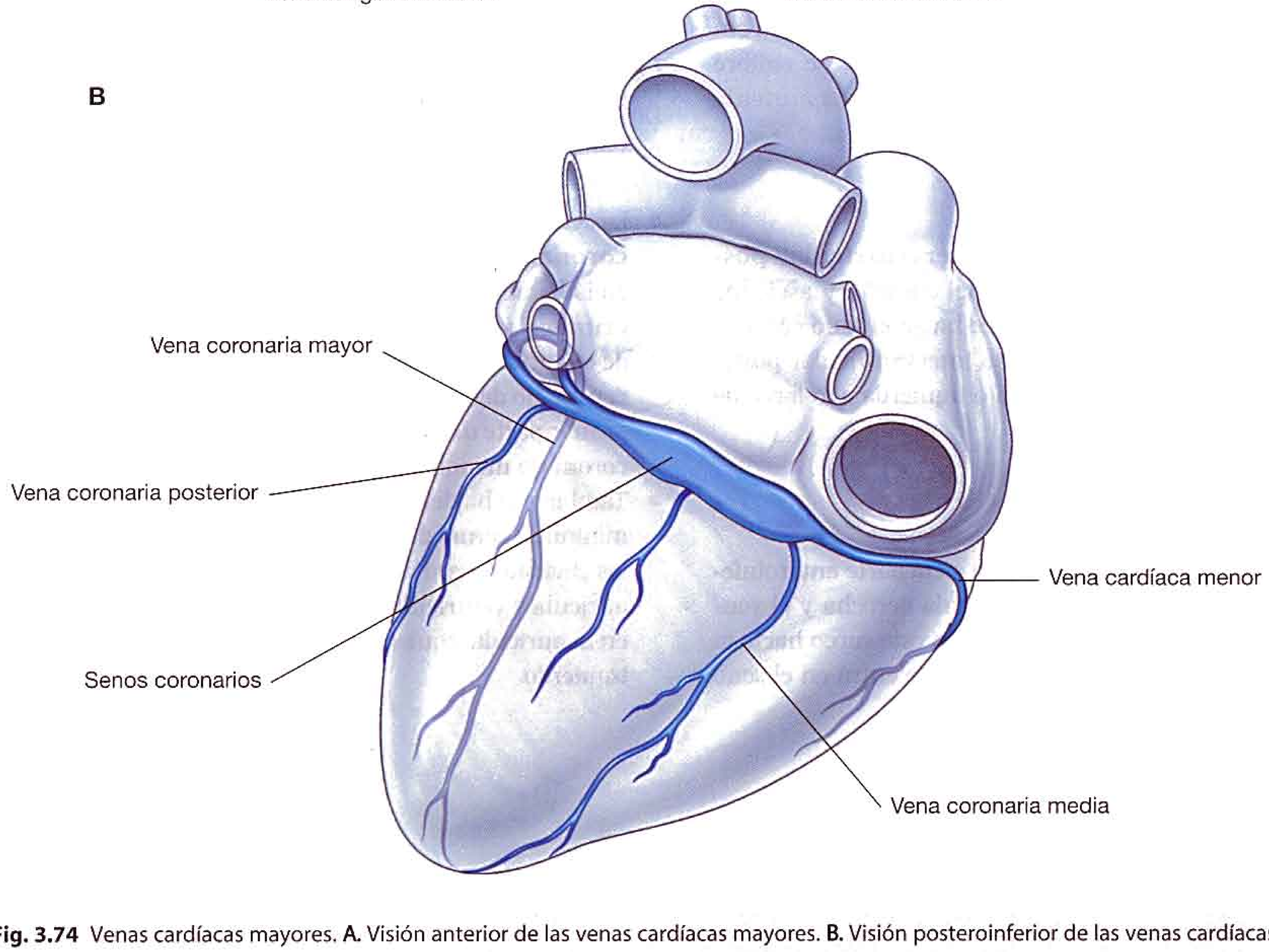


Fig. 3.74 Venas cardíacas mayores. **A.** Visión anterior de las venas cardíacas mayores. **B.** Visión posteroinferior de las venas cardíacas mayores.

Linfáticos coronarios

Los vasos linfáticos del corazón siguen a las arterias coronarias y drenan fundamentalmente en:

- Nódulos braquiocefálicos, anteriores a las venas braquiocefálicas.
- En los nódulos traqueobronquiales en el extremo inferior de la tráquea.

Sistema de conducción cardíaco

La musculatura de las aurículas y los ventrículos es capaz de contraerse espontáneamente. El sistema de conducción cardíaco inicia y coordina la contracción. El sistema de conducción cardíaco está formado por los nódulos y redes de células miocárdicas especializadas organizadas en cuatro componentes básicos:

- El nódulo sinoauricular.
- El nódulo auriculoventricular.
- El fascículo auriculoventricular con sus ramas derecha e izquierda.
- El plexo subendocárdico de células de conducción (las fibras de Purkinje).

Este patrón único de distribución del sistema de conducción cardíaco establece un importante patrón unidireccional de excitación/contracción. A lo largo de su recorrido, los fascículos grandes del sistema de conducción están aislados del miocardio circundante por tejido conjuntivo. Esto tiende a reducir la estimulación y contracción inapropiadas de las fibras musculares cardíacas.

El número de contactos funcionales entre las vías de conducción y la musculatura cardíaca aumenta de forma importante en el plexo subendocárdico.

De este modo se establece una onda unidireccional de excitación y contracción que se desplaza desde los músculos papilares y el vértice de los ventrículos hasta los tractos de salida arterial.

Conceptos prácticos

Sistema de conducción cardíaco

El sistema de conducción cardíaco puede verse afectado por las arteriopatías coronarias. El ritmo normal puede verse alterado si la vascularización de sistema de conducción cardíaco se afecta. Si una arritmia afecta al ritmo cardíaco o al orden de contracción de las cámaras cardíacas, puede producirse un fracaso cardíaco y la muerte.

Nódulo sinoauricular

Los impulsos comienzan en el **nódulo sinoauricular**, el marcapasos cardíaco. Este grupo de células se localiza en el extremo superior de la cresta terminal en la unión de la vena cava superior y la aurícula derecha (fig. 3.75A). Ésta es la unión también de las partes de la aurícula derecha que derivan de seno venoso embrionario y de la aurícula propiamente dicha.

Las señales excitatorias generadas en el nódulo sinoauricular se extienden a lo largo de las aurículas produciendo la contracción del músculo.

Nódulo auriculoventricular

A continuación, la onda de excitación en las aurículas estimula el **nódulo auriculoventricular**, que se localiza cerca de la desembocadura del seno coronario, cerca de la inserción de la valva septal de la válvula tricúspide, y en el interior del tabique interventricular (fig. 3.75A).

El nódulo auriculoventricular es un grupo de células especializadas que forman el inicio de un elaborado sistema de tejido de conducción, el fascículo auriculoventricular, que extiende el impulso excitatorio a toda la musculatura ventricular.

Fascículo auriculoventricular

El **fascículo auriculoventricular** es una continuación directa del nódulo auriculoventricular (fig. 3.75A). Sigue a lo largo del borde inferior de la parte membranosa del tabique interventricular antes de dividirse en rama derecha e izquierda.

La **rama derecha** continúa por el lado derecho del tabique interventricular hacia el vértice del ventrículo derecho. Desde el tabique entra en la trabécula septomarginal para alcanzar la base del músculo papilar anterior. En este punto, se divide y continúa con los elementos finales del sistema de conducción cardíaca, el plexo subendocárdico de las células de conducción ventricular o fibras de Purkinje. Esta red de células especializadas se extiende a lo largo del ventrículo para inervar la musculatura ventricular incluyendo los músculos papilares.

La **rama izquierda** pasa al lado izquierdo del tabique muscular interventricular y desciende hacia el vértice del ventrículo izquierdo (fig. 3.75B). A lo largo de su recorrido va proporcionando ramas que finalmente se continúan con el **plexo subendocárdico de células de conducción (fibras de Purkinje)**. Al igual que en el lado derecho, esta red de células especializadas extiende los impulsos excitatorios a través del ventrículo.

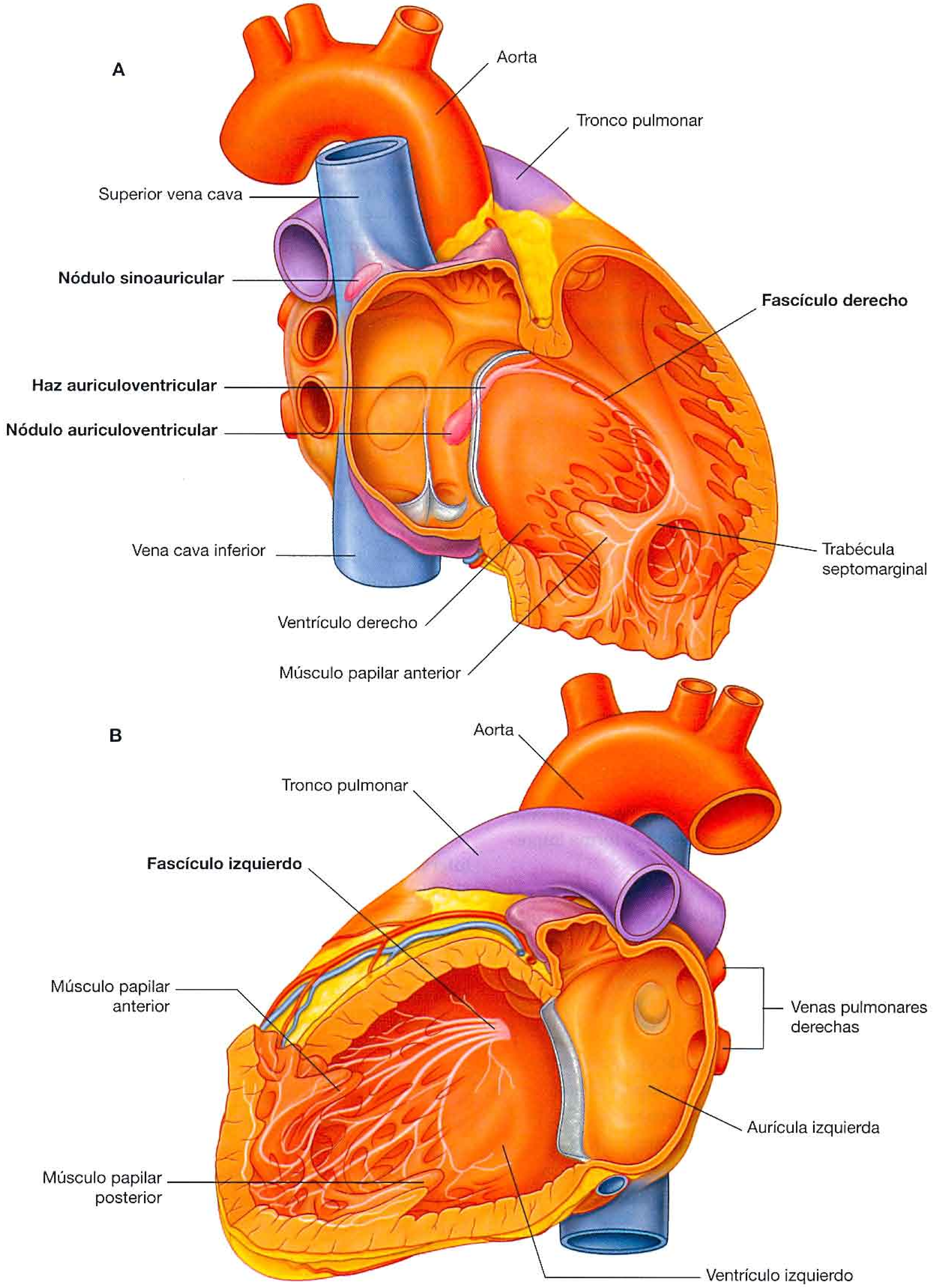


Fig. 3.75 Sistema de conducción del corazón. **A.** Cámaras derecha. **B.** Cámaras izquierdas.

Las ramas del plexo cardíaco inervan el tejido nodal y otros componentes del sistema de conducción, los vasos sanguíneos coronarios y la musculatura auricular y ventricular.

Inervación parasimpática

La estimulación del sistema parasimpático:

- Reduce la frecuencia cardíaca.
- Reduce la fuerza de contracción.
- Produce una vasoconstricción de las arterias coronarias.

Las fibras parasimpáticas preganglionares alcanzan el corazón como ramificaciones cardíacas desde los nervios vagos derecho e izquierdo. Éstas entran en el plexo cardíaco y hacen sinapsis en los ganglios localizados bien en el interior del plexo o en las paredes de las aurículas.

Inervación simpática

La estimulación del sistema simpático:

- Aumenta la frecuencia cardíaca.
- Aumenta la fuerza de contracción.

Las fibras simpáticas alcanzan el corazón a través de los nervios cardíacos que nacen del tronco simpático. Las fibras simpáticas preganglionares de los cuatro o cinco segmentos superiores de la médula espinal torácica penetran y cruzan el tronco simpático. Hacen sinapsis en los ganglios simpáticos cervicales y torácicos superiores, y las fibras posganglionares continúan en forma de ramas bilaterales desde el tronco simpático hasta el plexo cardíaco. Desde el plexo cardíaco el corazón es inervado por pequeñas ramas que son nervios mixtos que contienen fibras tanto simpáticas como parasimpáticas.

Aferencias viscerales

Las aferencias viscerales del corazón también forman parte del plexo cardíaco. Estas fibras atraviesan el plexo cardíaco y retornan al sistema nervioso central en los nervios cardíacos desde los troncos simpáticos y en las ramas cardíacas vagales.

Las aferencias asociadas a los nervios cardíacos vagales retornan a través del nervio vago [X]. Las alteraciones sensitivas en la presión sanguínea y en la composición química de la sangre están directamente implicadas en los reflejos cardíacos.

Las aferencias asociadas a los nervios cardíacos desde los troncos simpáticos retornan a la zona cervical o torácica del tronco simpático. Si se encuentran en la parte cervical del tronco, normalmente descienden a la región torácica donde vuelven a reentrar en los cuatro o cinco segmentos torácicos superiores de la médula espinal junto con las aferencias de la región torácica del tronco simpático. *Estas aferencias conducen la sensación dolorosa del corazón, que es detectada a nivel celular como situaciones de lesión tisular (p. ej., isquemia cardíaca). Este dolor a menudo «referido» en una región cutánea inervada por los mismos niveles medulares* (v. pág. 88; pág. 212).

Tronco pulmonar

El **tronco pulmonar** esta incluido en el saco pericárdico (fig. 3.77), está cubierto por una capa visceral de pericardio

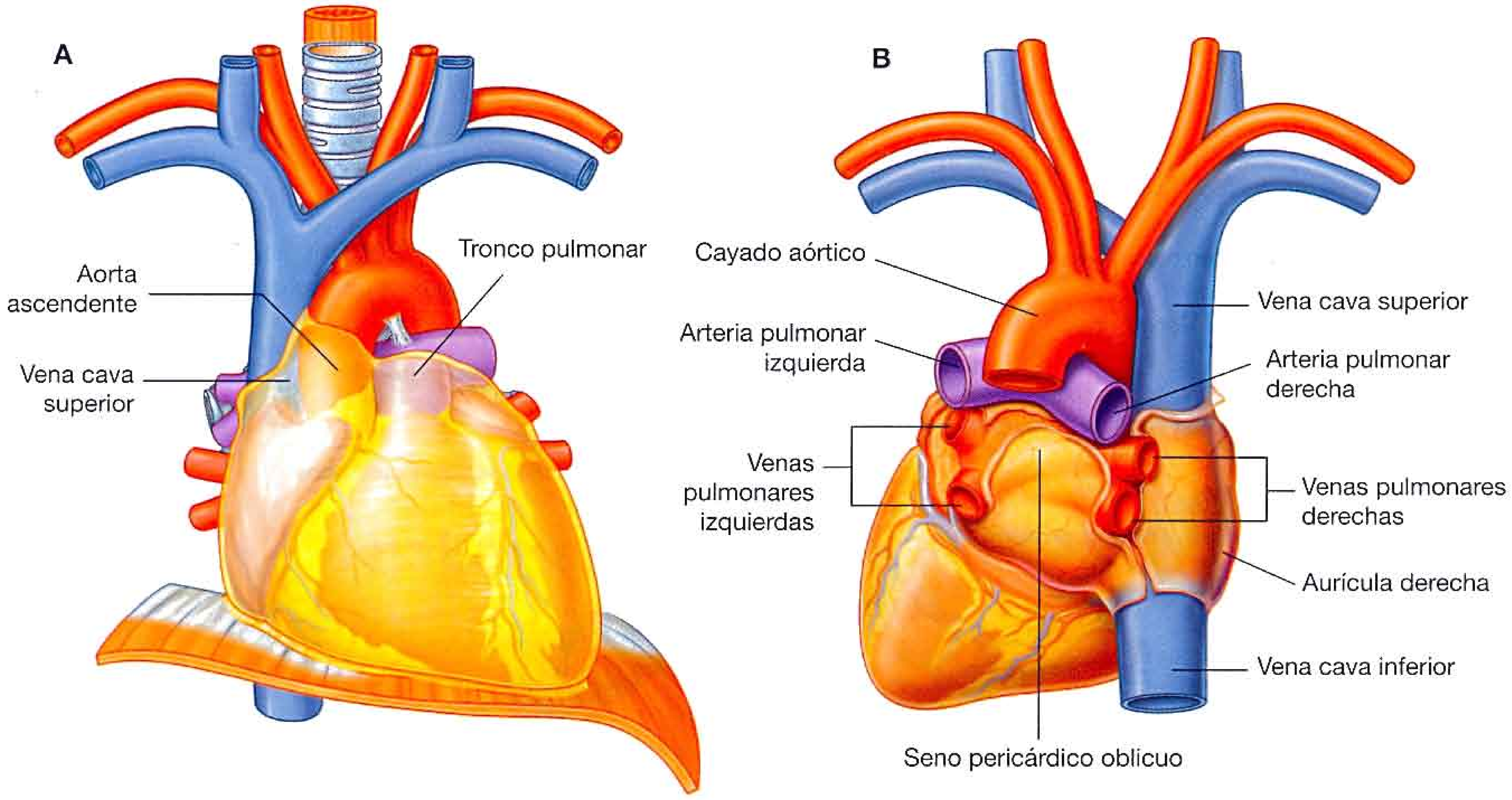


Fig. 3.77 Vasos mayores del mediastino medio. **A.** Visión anterior. **B.** Visión posterior.

Inervación cardíaca

La parte autónoma del SNP es la responsable directa de la regulación de:

- Frecuencia cardíaca.
- La fuerza de cada una de las contracciones.
- El gasto cardíaco.

El **plexo cardíaco** está formado por terminaciones tanto del sistema parasimpático como del simpático. Este plexo consta de una **parte superficial,** por debajo del cayado aórtico y entre éste y el tronco pulmonar (fig. 3.76A), y una **parte profunda,** entre el cayado aórtico y la bifurcación de la tráquea (fig. 3.76B).

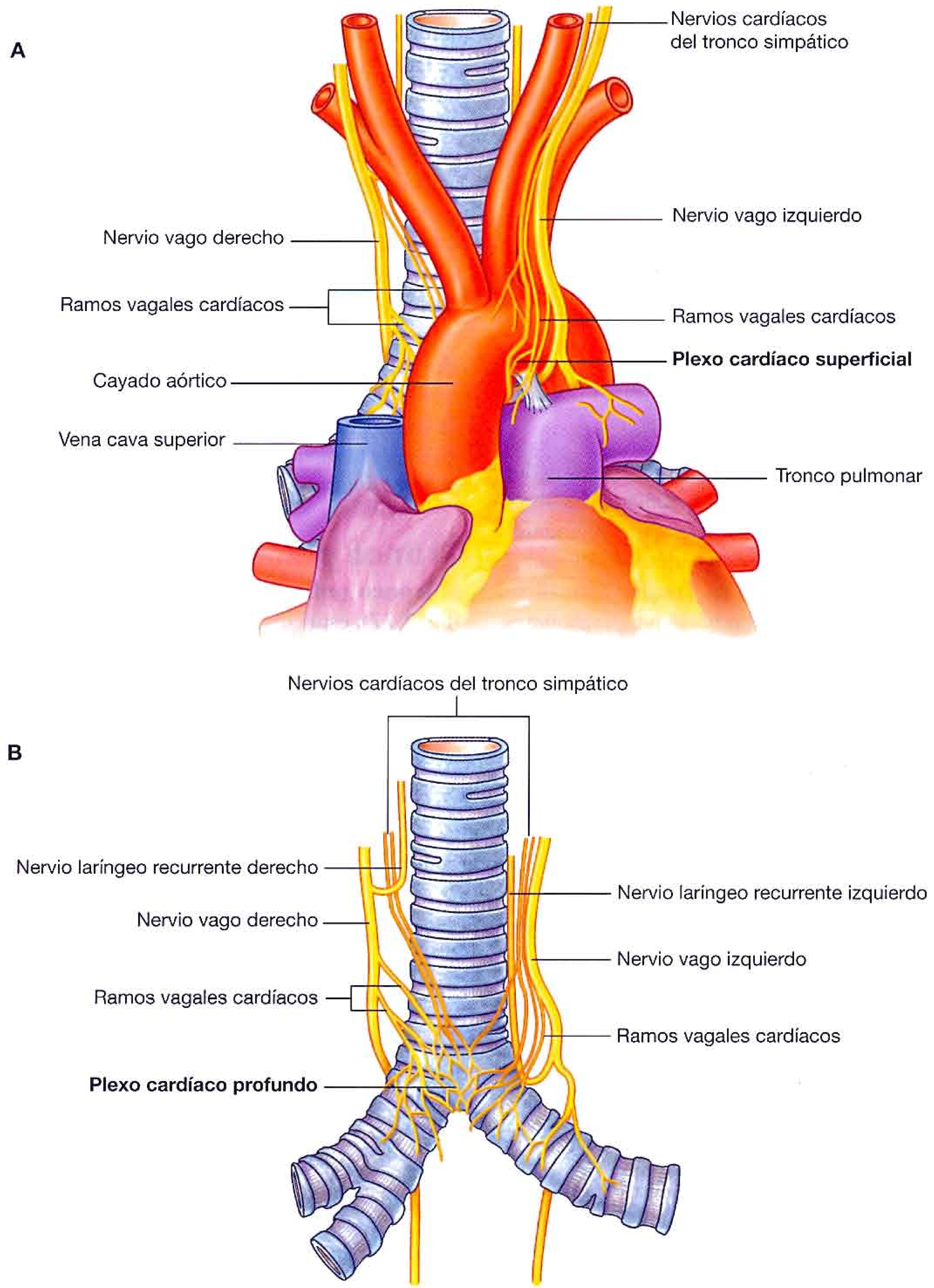


Fig. 3.76 Plexo cardíaco. **A.** Superficial. **B.** Profundo.

seroso y está asociado a la aorta ascendente en una vaina común. Nace en el cono arterioso del ventrículo derecho en el comienzo del tronco pulmonar, ligeramente anterior al orificio aórtico y asciende, desplazándose posteriormente y a la izquierda, situándose inicialmente anterior y después a la izquierda de la aorta ascendente. A nivel aproximadamente del disco intervertebral entre las vértebras T5 y T6, enfrente del margen izquierdo del esternón y posterior al tercer cartílago costal, el tronco de la pulmonar se divide en:

- Arteria pulmonar derecha, que se dirige a la derecha, por detrás de la aorta ascendente y la vena cava superior, para entrar en el pulmón derecho.
- La arteria pulmonar izquierda, que pasa inferior al cayado de la aorta y anterior a la aorta descendente para entrar en el pulmón izquierdo.

Aorta ascendente

La **aorta ascendente** está contenida en el saco pericárdico y está cubierta por una capa visceral del pericardio seroso, que también rodea al tronco pulmonar dentro de una vaina común (fig. 3.77A).

El origen de la aorta ascendente es el orificio aórtico en la base del ventrículo izquierdo, que se encuentra a nivel del borde inferior del tercer cartílago costal izquierdo, posterior a la mitad izquierda del esternón. Discurre en dirección superior, ligeramente hacia delante y a la derecha, y continúa hasta el nivel del segundo cartílago costal derecho. En este punto, entra en el mediastino superior donde forma el llamado **cayado aórtico.**

Inmediatamente superior al punto en que la aorta ascendente nace del ventrículo izquierdo existen tres pequeñas prominencias enfrente de las valvas semilunares de la válvula aórtica. Se trata de los senos aórticos posterior, derecho e izquierdo. Las arterias coronarias derecha e izquierda se originan de los senos aórticos derecho e izquierdo, respectivamente.

Otros vasos

La mitad inferior de la **vena cava superior** se localiza en el interior del saco pericárdico (fig. 3.77B). Pasa a través del pericardio fibroso, aproximadamente a nivel del segundo cartílago costal y entra en la aurícula derecha por la parte inferior del tercer cartílago costal. La parte que se encuentra en el interior del saco pericárdico está cubierta de pericardio seroso excepto en una pequeña zona sobre su superficie posterior.

Tras pasar a través del diafragma, aproximadamente a nivel de la vértebra T8, la **vena cava inferior** entra en el pericardio fibroso. Una pequeña porción de este vaso se sitúa en el interior del saco pericárdico antes de entrar en la aurícula derecha. En el interior del saco pericárdico está cubierta de pericardio seroso excepto en una pequeña porción de su superficie posterior (fig. 3.77B).

Un segmento muy pequeño de cada una de las venas pulmonares se localiza también en el interior del saco pericárdico. Estas venas, habitualmente dos desde cada pulmón, atraviesan el pericardio fibroso y entran en la zona superior de la aurícula izquierda en su superficie posterior. En el saco pericárdico, todo excepto una parte de la cara posterior de estas venas está cubierto por pericardio seroso. Además, el **seno pericárdico oblicuo** se encuentra entre las venas pulmonares derechas e izquierdas, en el interior del saco pericárdico (fig. 3.77).

Mediastino superior

El **mediastino superior** se encuentra posterior al manubrio esternal y anterior a los cuerpos de las primeras cuatro vértebras torácicas (v. fig. 3.52).

- Su límite superior es un plano oblicuo que pasa desde la escotadura yugular hacia arriba y posterior al borde superior de la vértebra T1.
- Inferiormente, un plano transversal que pasa desde el ángulo esternal hasta el disco intervertebral entre las vértebras T4/5 lo separa del mediastino inferior.
- Lateralmente, está limitado por la porción mediastínica de la pleura parietal a cada lado.

El mediastino superior se continúa con el cuello superiormente e inferiormente con el mediastino inferior.

Las principales estructuras que se encuentran en el mediastino superior incluyen:

- El timo.
- Las venas braquiocefálicas derecha e izquierda.
- La vena intercostal superior izquierda.
- La vena cava superior.
- El cayado de la aorta con sus tres ramas principales.
- La tráquea.
- El esófago.
- Los nervios frénicos.
- Los nervios vagos.
- La rama laríngea recurrente izquierda del nervio vago izquierdo.
- El conducto torácico.
- Otros pequeños nervios, vasos sanguíneos y linfáticos (figs. 3.78 y 3.79).

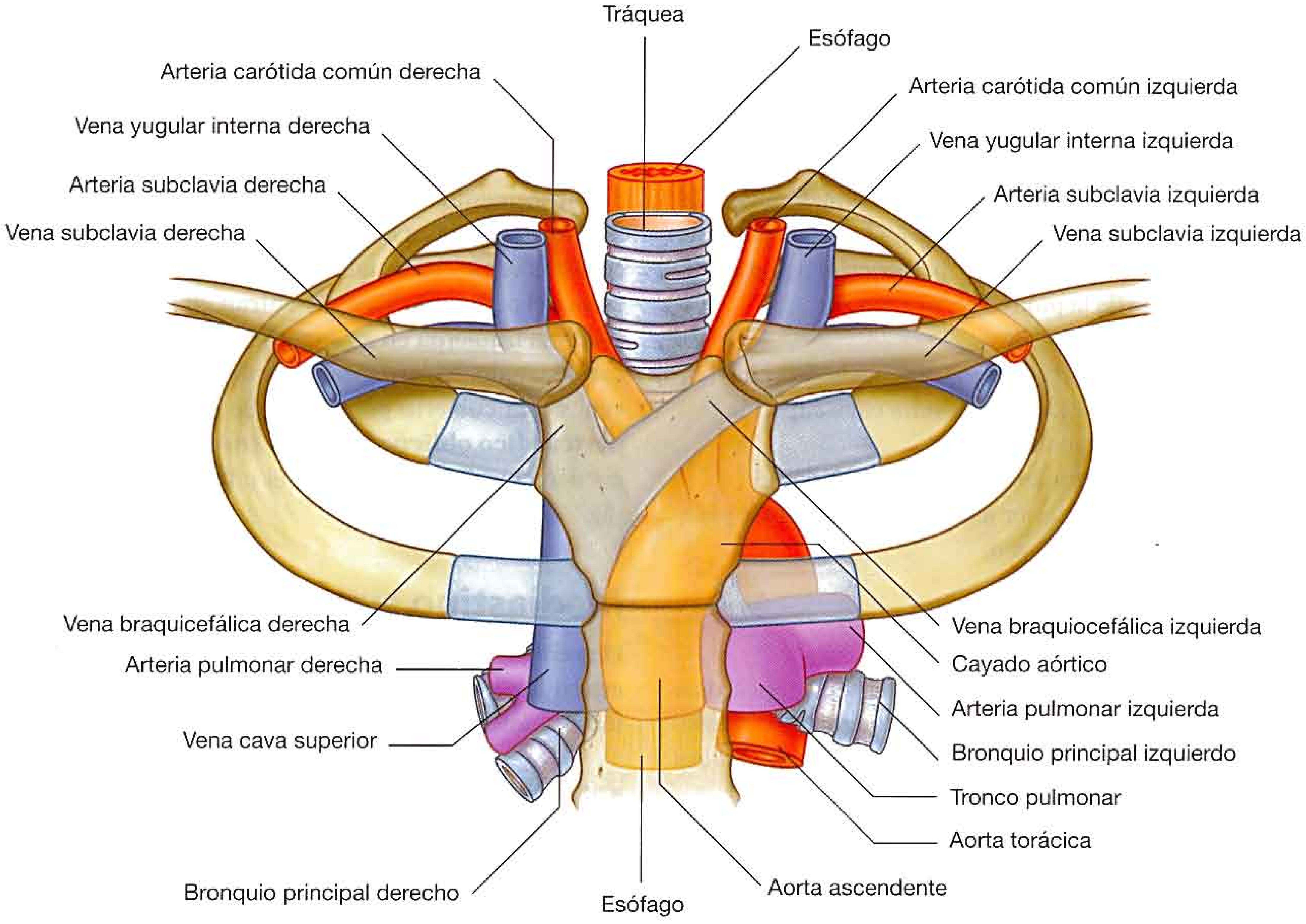
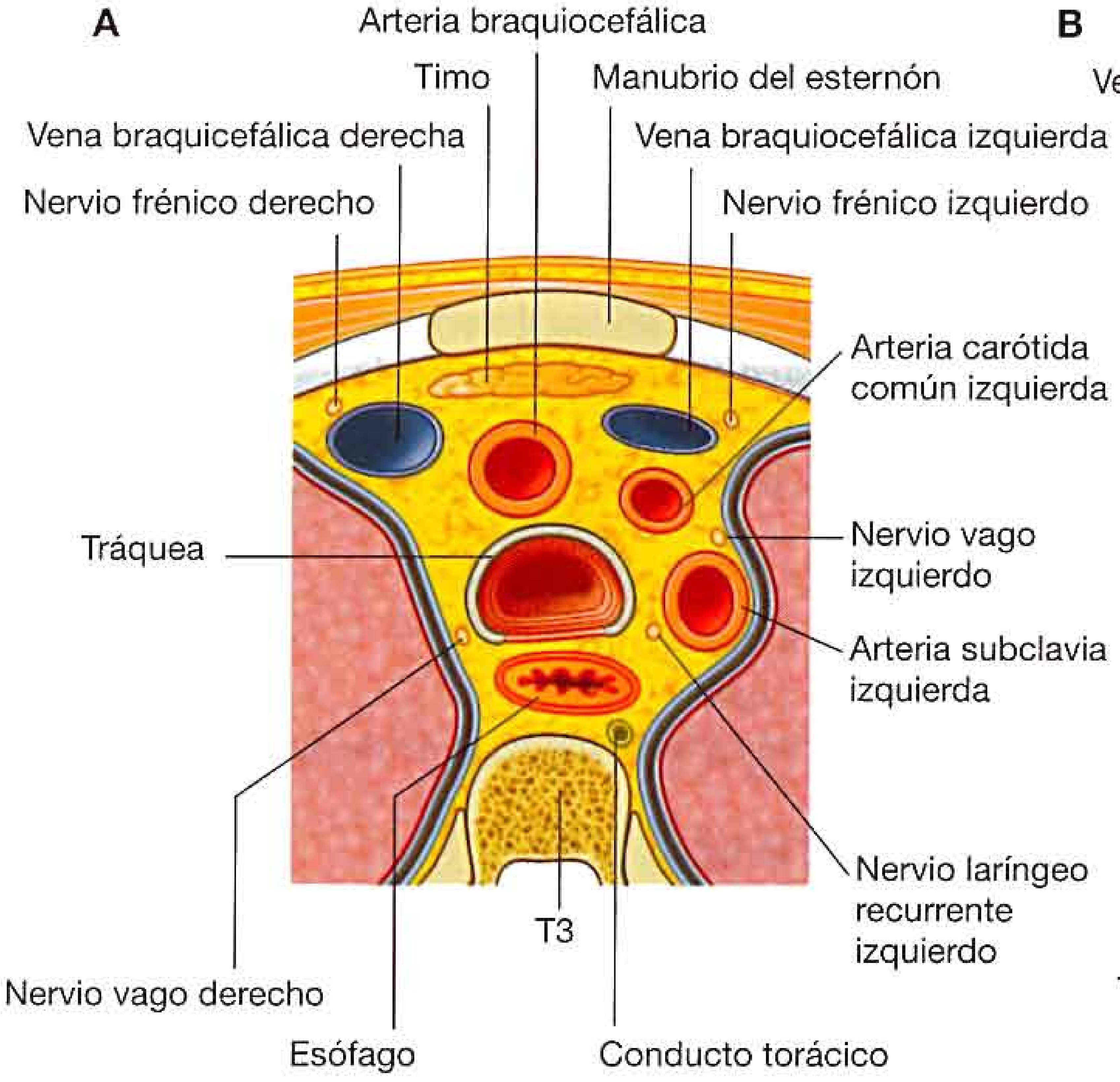


Fig. 3.78 Estructuras del mediastino superior.



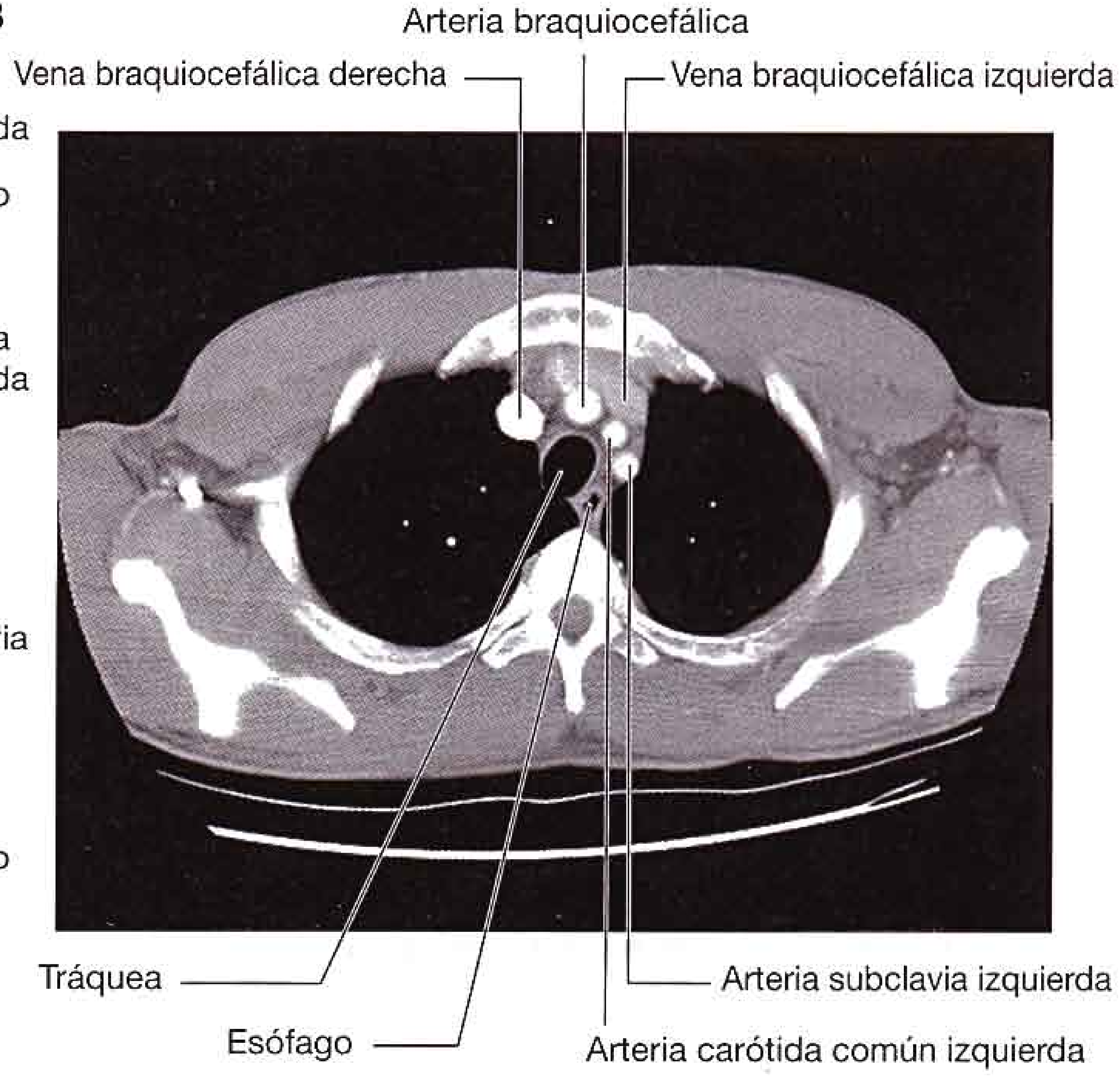


Fig. 3.79 Sección transversal a través del mediastino superior a nivel de la vértebra T3. A. Esquema. B. Imagen por tomografía axial computarizada.

Timo

El **timo** es el componente más anterior del mediastino superior, situándose inmediatamente por detrás del manubrio del esternón. Es una estructura bilobulada asimétrica (fig. 3.80).

El timo se puede prolongar superiormente en el cuello hasta la glándula tiroides; una prolongación inferior se extiende típicamente al mediastino anterior sobre el saco pericárdico.

En el niño el timo es una glándula de gran tamaño implicada en el desarrollo inicial del sistema inmune, comienza a atrofiarse después de la pubertad y muestra considerables variaciones de tamaño en el adulto. El los adultos mayores, apenas es identificable como órgano y consiste en su mayor parte en tejido adiposo que en ocasiones está dispuesto en forma de dos estructuras adiposas lobuladas.

Las arterias del timo consisten en pequeñas ramas que se originan de las arterias torácicas internas. El drenaje venoso suele realizarse en la vena braquiocefálica izquierda y posiblemente en las venas torácicas internas.

El drenaje linfático se dirige a múltiples grupos de nódulos en una o más de las siguientes localizaciones:

- A lo largo de las arterias torácicas internas (paraesternales).
- En la bifurcación de la tráquea (traqueobronquial).
- En la raíz del cuello.

Conceptos prácticos

Glándulas paratiroideas ectópicas en el timo

Las glándulas paratiroideas se desarrollan a partir de la tercera bolsa faríngea, que también da lugar al timo. El timo es, por tanto, una de las localizaciones más frecuentes de las glándulas paratiroideas ectópicas y, potencialmente, de producción ectópica de hormona paratiroidea.

Venas braquiocefálicas derecha e izquierda

Las venas braquiocefálicas derecha e izquierda se localizan inmediatamente posteriores al timo. Se forman a cada lado en la unión entre la vena yugular interna y la vena subclavia (v. fig. 3.78). La vena braquiocefálica izquierda cruza la línea

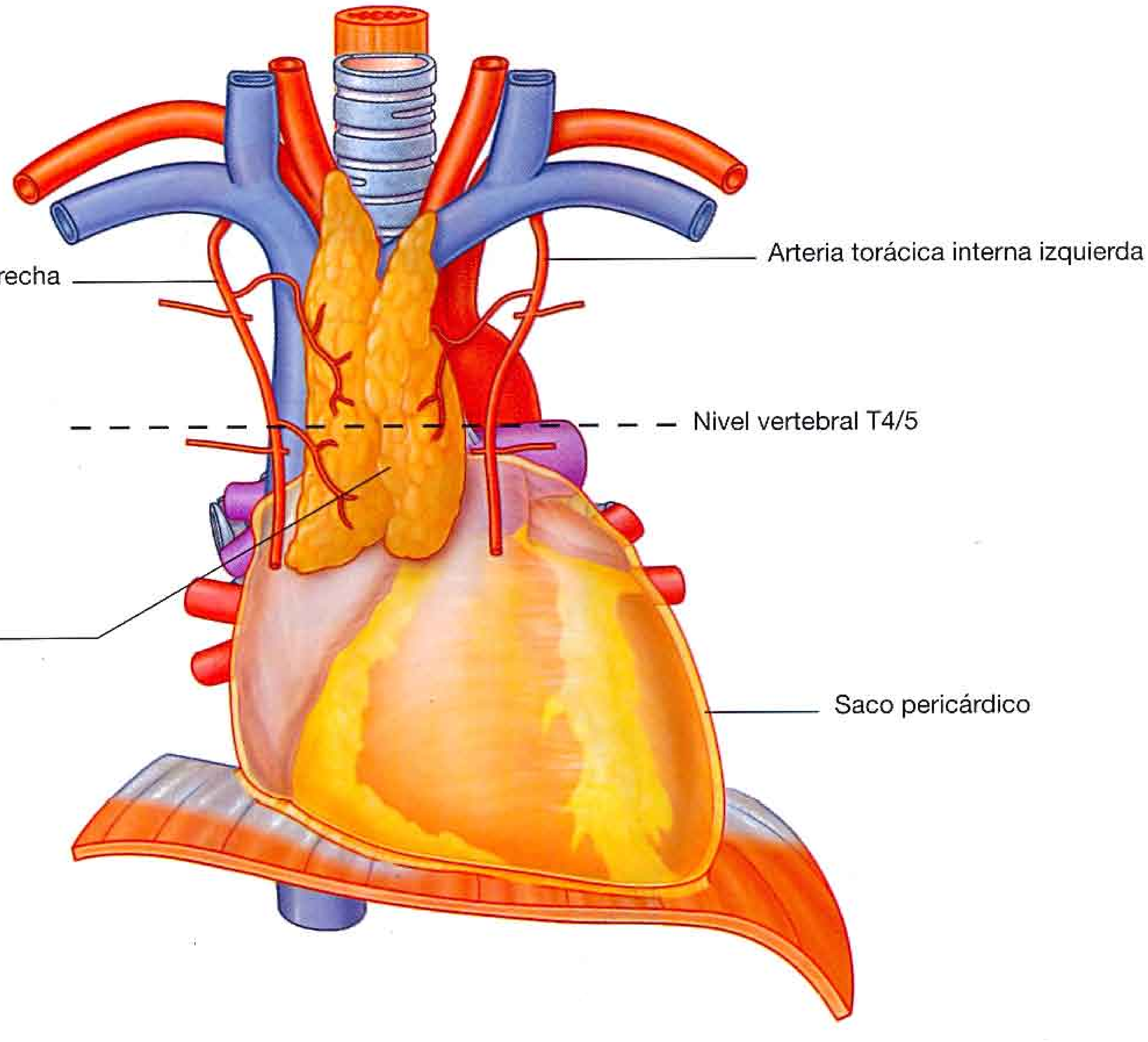


Fig. 3.80 Timo.

media y se une con la vena braquiocefálica derecha para formar la vena cava superior (fig. 3.81).

- La **vena braquiocefálica derecha** comienza posterior al extremo medial de la clavícula derecha y pasa verticalmente hacia abajo, formando la vena cava superior cuando se une a la vena braquiocefálica izquierda. Las venas tributarias incluyen la vertebral, la primera intercostal y las venas torácicas internas. La vena tiroidea inferior y las venas tímicas pueden también drenar en ella.
- La **vena braquiocefálica izquierda** comienza posterior al extremo medial de la clavícula. Cruza a la derecha, desciende en dirección ligeramente inferior, y se une a la vena braquiocefálica derecha para formar la vena cava superior por detrás del borde inferior del primer cartílago costal cerca del borde derecho del esternón. Entre las venas tributarias se incluyen la vertebral, la intercostal superior izquierda, la tiroidea inferior y la torácica interna. También puede recibir a las venas tímicas y pericárdicas.

Vena intercostal superior izquierda

La **vena intercostal superior izquierda** recibe las dos o tres venas intercostales superiores, generalmente las venas bronquiales izquierdas y, en ocasiones, la vena pericardiofrénica izquierda. Pasa sobre el lado izquierdo del cayado aórtico, lateral al nervio vago izquierdo y medial al nervio frénico izquierdo, antes de entrar en la vena braquiocefálica izquierda (fig. 3.82). Inferiormente, puede conectar con la **vena hemiácigos accesoria (vena hemiácigos superior).**

Vena cava superior

La vena cava superior está orientada verticalmente y comienza posterior al borde inferior del primer cartílago costal, donde se unen las venas braquiocefálicas derecha e izquierda, y termina en el borde inferior del tercer cartílago costal, donde se une a la aurícula derecha (v. fig. 3.78).

La mitad inferior de la vena cava superior se encuentra en el interior del saco pericárdico y, por tanto, está contenido en el mediastino medio.

La vena cava superior recibe a la vena ácigos inmediatamente antes de entrar en el saco pericárdico y también puede recibir las venas pericárdicas y mediastínicas.

La vena cava superior puede ser fácilmente identificada formando parte del borde superolateral del mediastino en una radiografía de tórax (v. fig. 3.60A).

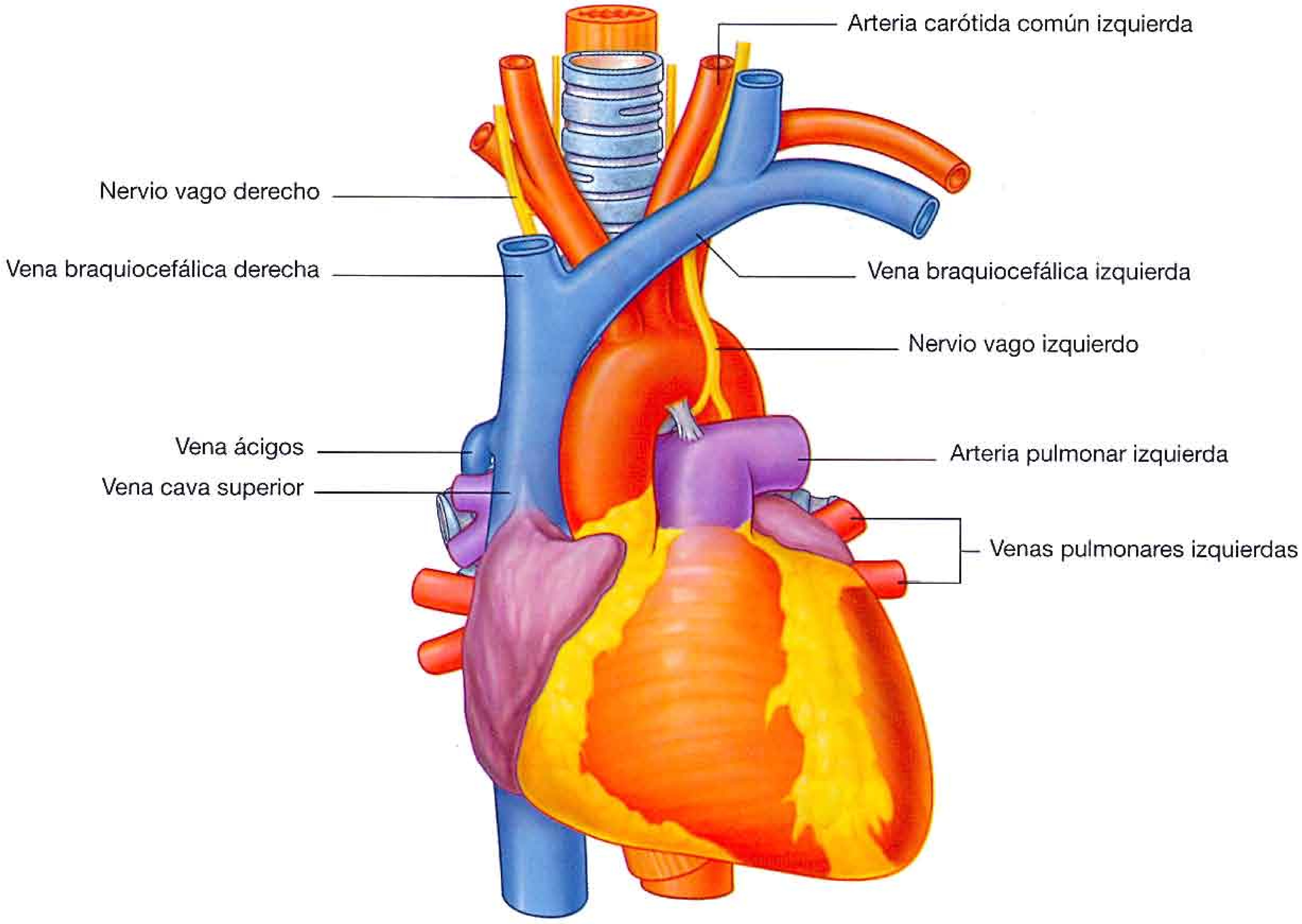


Fig. 3.81 Mediastino superior sin el timo.

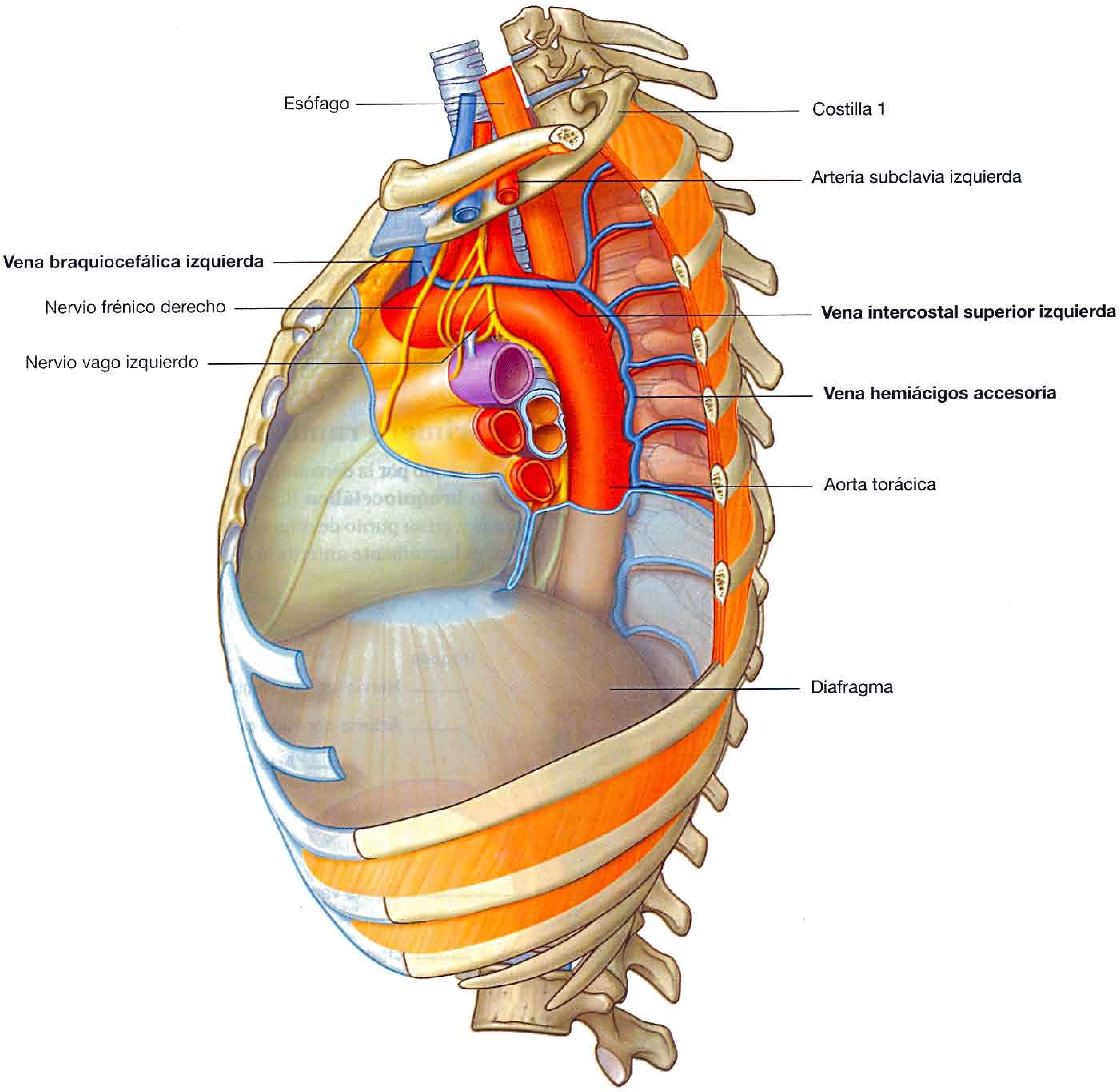


Fig. 3.82 Vena intercostal superior izquierda.

Conceptos prácticos

Acceso venoso para vías centrales y hemodiálisis

Las venas sistémicas grandes se emplean para colocar vías centrales que permiten administrar grandes cantidades de líquidos, fármacos y sangre. La mayoría de estas vías (tubos de pequeño calibre) se introducen a través de punciones en las venas axilar, subclavia o yugular interna. Las vías se pasan a través de las venas principales hasta el mediastino superior, y sus extremos suelen quedar en la parte distal de la vena cava superior o en la aurícula derecha.

En pacientes con fracaso renal se colocan vías similares, para diálisis, de forma que se puede aspirar un gran volumen de sangre a través de uno de los canales y reinfundirlo a través de un segundo canal.

Conceptos prácticos

Acceso a la vena cava inferior a través de la vena cava superior

Debido a que la vena cava superior y la inferior están orientadas a lo largo del mismo eje vertical, se puede pasar un alambre guía, un catéter o una vía desde la vena cava superior a través de la aurícula derecha hasta la vena cava inferior. Ésta es una ruta común de acceso en procedimientos como:

- Biopsia transyugular de hígado.
- Derivación portosistémica intrahepática transyugular (TIPS).
- Inserción de un filtro de vena cava para «atrapar» los émbolos que se desprenden de las venas del miembro inferior y la pelvis (pacientes con trombosis venosa profunda [TVP]).

Cayado aórtico y sus ramas

La porción torácica de la aorta se puede dividir en **aorta ascendente, cayado aórtico** y **aorta torácica (descendente).** Sólo el cayado aórtico se encuentra en el mediastino superior. Comienza cuando la aorta ascendente sale del saco pericárdico y se dirige hacia arriba, atrás y a la izquierda y atraviesa el mediastino superior, terminando al lado izquierdo en el nivel vertebral T4/5 (v. fig. 3.78). El cayado es inicialmente anterior y finalmente lateral a la tráquea, llegando a alcanzar superiormente el nivel medio del manubrio del esternón.

Del margen superior del cayado aórtico nacen tres ramas; en su origen, las tres son cruzadas anteriormente por la vena braquiocefálica izquierda.

La primera rama

Comenzando por la derecha, la primera rama de la aorta es el tronco **braquiocefálico** (fig. 3.83). Es la mayor de las tres ramas y, en su punto de origen detrás del manubrio del esternón, es ligeramente anterior a las otras dos ramas. Asciende

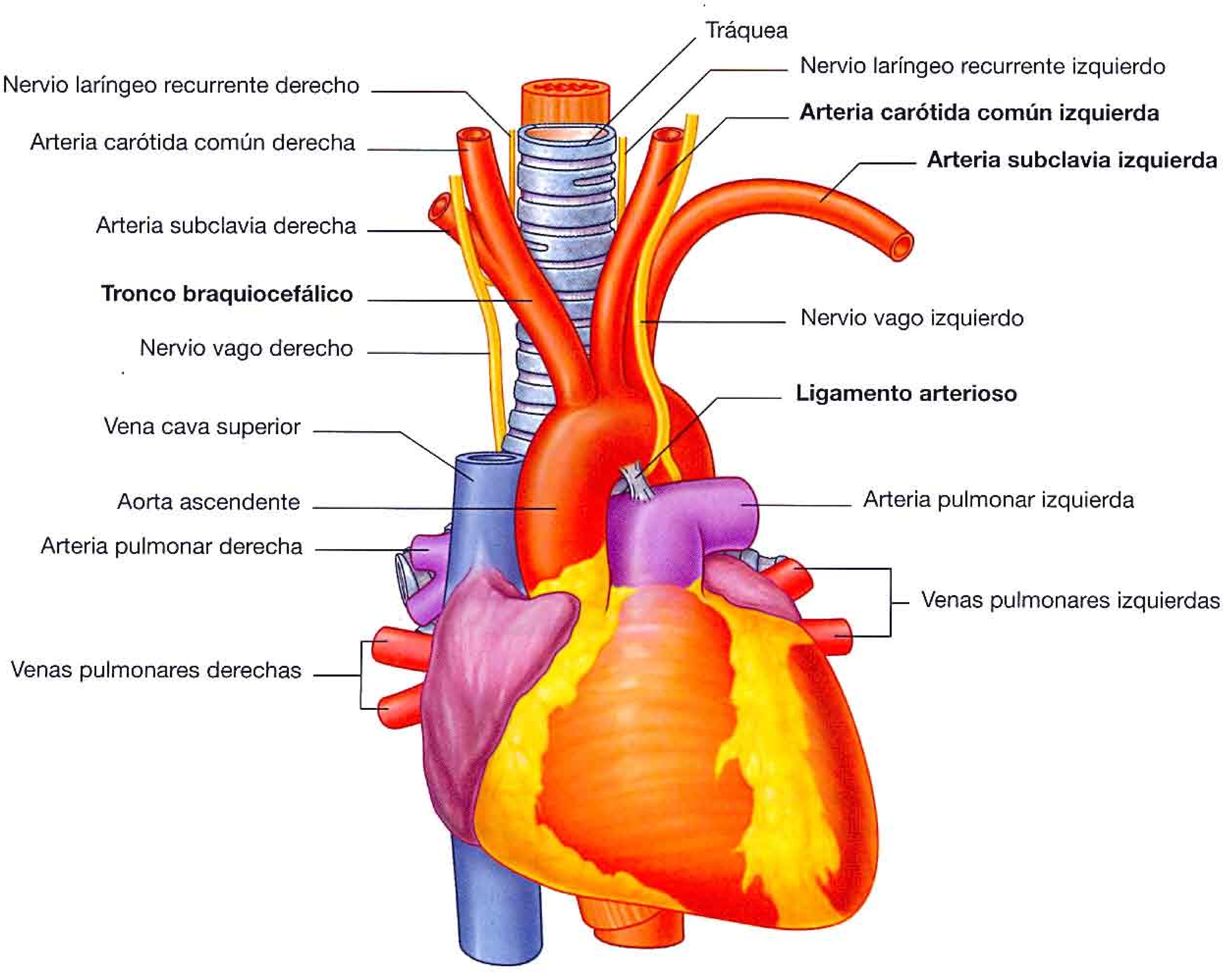


Fig. 3.83 Mediastino superior sin el timo ni los conductos venosos.

ligeramente posterior y a la derecha. A nivel del borde superior de la articulación esternoclavicular derecha, el tronco braquiocefálico se divide en:

- **Arteria carótida común derecha.**
- **Arteria subclavia derecha** (v. fig. 3.78).

Las arterias irrigan fundamentalmente el lado derecho de la cabeza y cuello y el miembro superior derecho, respectivamente.

En ocasiones, el tronco braquiocefálico tiene una pequeña rama, la **arteria tiroidea menor** que contribuye a la vascularización de la glándula tiroides.

La segunda rama

La segunda rama del cayado aórtico es la **arteria carótida común izquierda** (fig. 3.83). Nace del cayado aórtico inmediatamente a la izquierda y, ligeramente posterior al tronco braquiocefálico y asciende a través del mediastino superior a lo largo del lado izquierdo de la tráquea.

La arteria carótida común izquierda irriga el lado izquierdo de la cabeza y cuello

La tercera rama

La tercera rama de la aorta es la **arteria subclavia izquierda** (fig. 3.83). Nace del cayado aórtico inmediatamente a la izquierda y ligeramente posterior a la arteria carótida común izquierda y asciende a través del mediastino superior a lo largo de lado izquierdo de la tráquea.

La arteria subclavia izquierda es el principal aporte sanguíneo del miembro superior izquierdo.

Ligamento arterioso

El **ligamento arterioso** se encuentra también en el mediastino superior y es fundamental para la circulación embrionaria, momento en el que es permeable **(conducto arterioso).** Conecta el tronco de la pulmonar con el cayado de la aorta y permite que la sangre no atraviese los pulmones durante el desarrollo (fig. 3.83). Este vaso se cierra poco después del nacimiento y forma la conexión ligamentosa que se observa en el adulto.

Conceptos prácticos

Coartación de la aorta

La coartación de la aorta es una malformación congénita en la que la luz de la aorta está constreñida inmediatamente distal al origen de la arteria subclavia izquierda. En este punto, la aorta se estrecha significativamente y el aporte sanguíneo a los miembros inferiores y el abdomen está disminuido. Con el tiempo, se desarrollan vasos colaterales en torno a la pared del tórax y del abdomen para irrigar la parte inferior del cuerpo. La coartación también afecta al corazón, que tiene que bombear la sangre a mayor presión para mantener la perfusión periférica. Esto a su vez puede llevar a un fracaso cardíaco.

Conceptos prácticos

Aorta torácica

La aterosclerosis difusa de la aorta torácica puede aparecer en pacientes con patología vascular, pero raramente produce síntomas. Existen, no obstante, dos situaciones clínicas en las que la patología aórtica puede producir situaciones de riesgo vital.

Traumatismos

La aorta está fija por tres puntos de unión:

- La válvula aórtica.
- El ligamento arterioso.
- El punto de entrada por detrás de los pilares del diafragma.

El resto de la aorta está relativamente libre de uniones a otras estructuras del mediastino. Un traumatismo grave por desaceleración (p. ej., un accidente de tráfico) es más probable que produzca un traumatismo aórtico en estos puntos de unión.

Disección de la aorta

En ciertas situaciones, tales cómo la arteriosclerosis grave, la pared de la aorta se puede dividir longitudinalmente, creando un falso canal, que puede reunirse de nuevo o no con la luz verdadera distalmente. La disección de la aorta se produce entre las capas íntima y media en cualquier punto a lo largo de su longitud. Si se produce en la aorta ascendente o en el cayado aórtico, el flujo sanguíneo a las arterias coronarias y cerebrales puede verse interrumpido, produciendo un infarto de miocardio o un accidente cerebrovascular. En el abdomen los vasos viscerales pueden quedar interrumpidos, produciendo isquemia intestinal o renal.

Conceptos prácticos

Cayado aórtico y sus anomalías

En ocasiones el cayado aórtico está en el lado derecho y puede ser asintomático. Se puede asociar a **dextrocardia** (corazón en el lado derecho) y, en algunos casos, un **situs inversus** completo (inversión de izquierda a derecha de los órganos del cuerpo). También se puede asociar a ramificación anómala de los grandes vasos.

Conceptos prácticos

Origen anómalo de los grandes vasos

Los grandes vasos en ocasiones presentan un origen anómalo, incluyendo:

- Origen común de la arteria braquiocefálica y arteria carótida común izquierda.
- La arteria vertebral izquierda se origina en el cayado aórtico.
- La arteria subclavia derecha se origina en la parte distal del cayado aórtico y pasa por detrás del esófago para irrigar el brazo derecho; como consecuencia de ello, los grandes vasos forman un anillo en torno a la tráquea y el esófago que puede producir, potencialmente, dificultades para la deglución.

Tráquea y esófago

La tráquea es una estructura de la línea media que es palpable en la escotadura yugular cuando entra en el mediastino superior. Posterior a ella se encuentra el esófago, que se encuentra inmediatamente por delante de la columna vertebral (fig. 3.48 y v. figs. 3.78 y 3.79). Existe un desplazamiento significativo en la posición vertical de estas estructuras a su paso por el mediastino superior. *La deglución y la respiración producen cambios de posición, al igual que las patologías y el uso de determinados instrumentos.*

Cuando la tráquea y el esófago pasan a través del mediastino superior son cruzados lateralmente por la vena ácigos en el lado derecho y el cayado de la aorta en el lado izquierdo.

La tráquea se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo en, o justo inferior al plano transversal entre el ángulo esternal y el nivel vertebral T4/5 (fig. 3.85) mientras que el esófago permanece en el mediastino posterior.

Nervios del mediastino superior

Nervios vagos

Los **nervios vagos** [X] pasan a través de las porciones superior y posterior del mediastino en su camino a la cavidad abdominal. Cuando cruzan el tórax, proporcionan inervación parasimpática a las vísceras torácicas y llevan las aferencias viscerales de las vísceras torácicas.

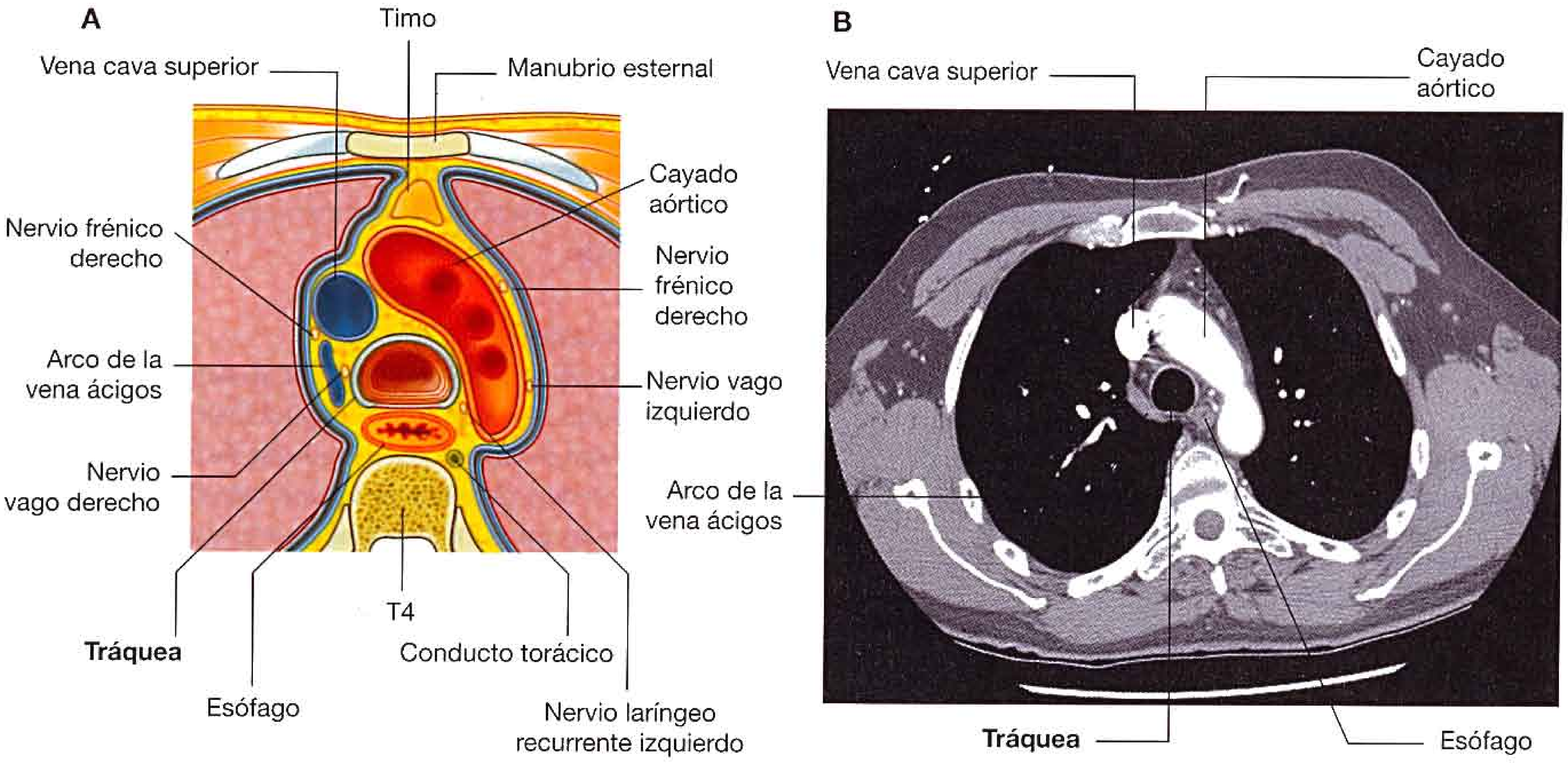


Fig. 3.84 Sección transversal a través del mediastino superior a nivel de la vértebra T4. **A.** Esquema. **B.** Imagen de tomografía computarizada.

Las aferencias viscerales de los nervios vagos transmiten información al sistema nervioso central acerca de los procesos fisiológicos normales y las actividades reflejas. No transmiten sensibilidad dolorosa.

Nervio vago derecho

El **nervio vago derecho** entra en el mediastino superior y se sitúa entre la vena braquiocefálica derecha y el tronco braquiocefálico. Desciende en sentido posterior hacia la tráquea (fig. 3.86), cruza su superficie lateral y pasa por detrás del pedículo del pulmón derecho para alcanzar el esófago. Justo antes del esófago, es cruzado por el arco de la vena ácigos.

Cuando el nervio vago derecho pasa a través del mediastino superior proporciona ramas para el esófago, el plexo cardíaco y el plexo pulmonar.

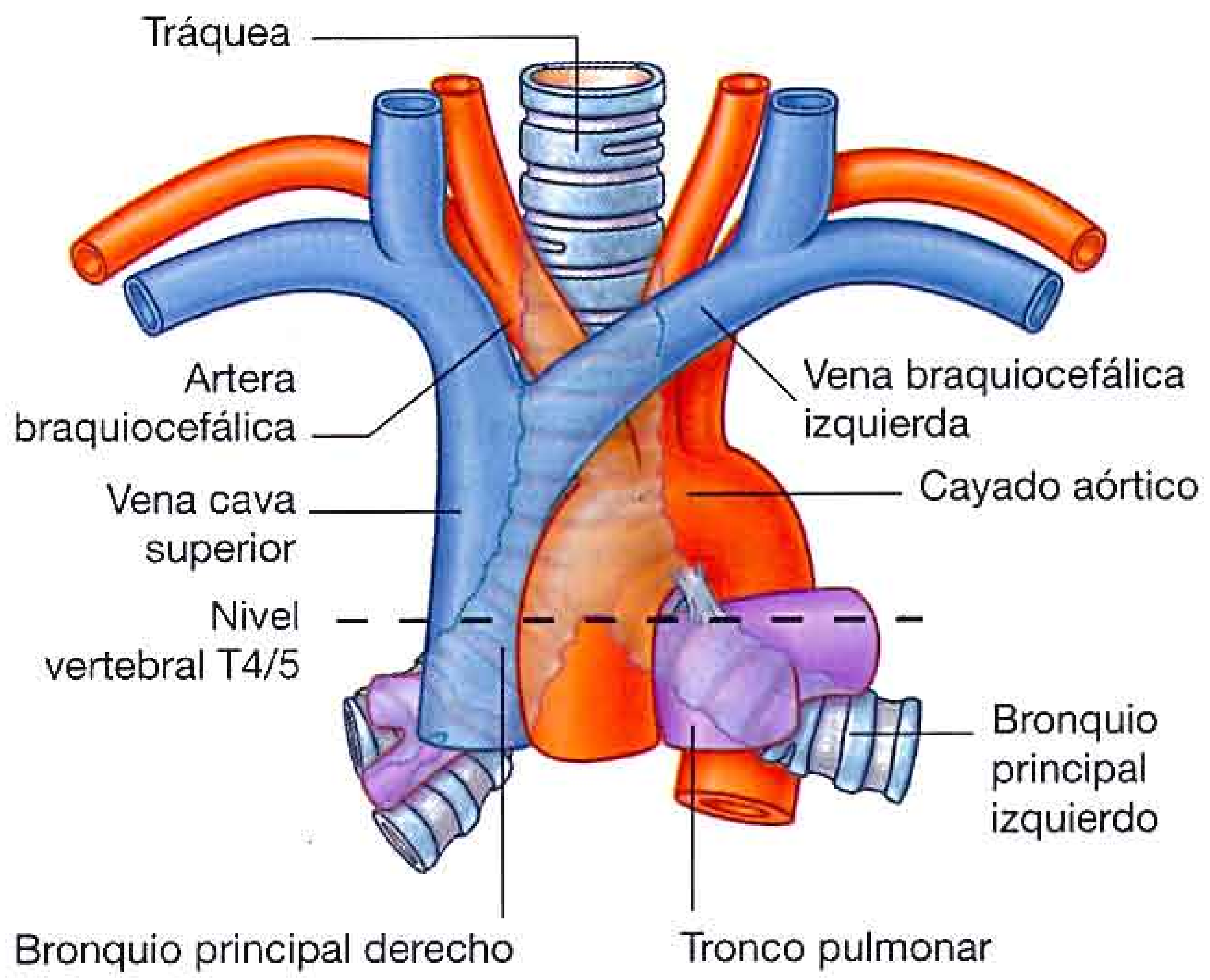


Fig. 3.85 Tráquea en el mediastino superior.

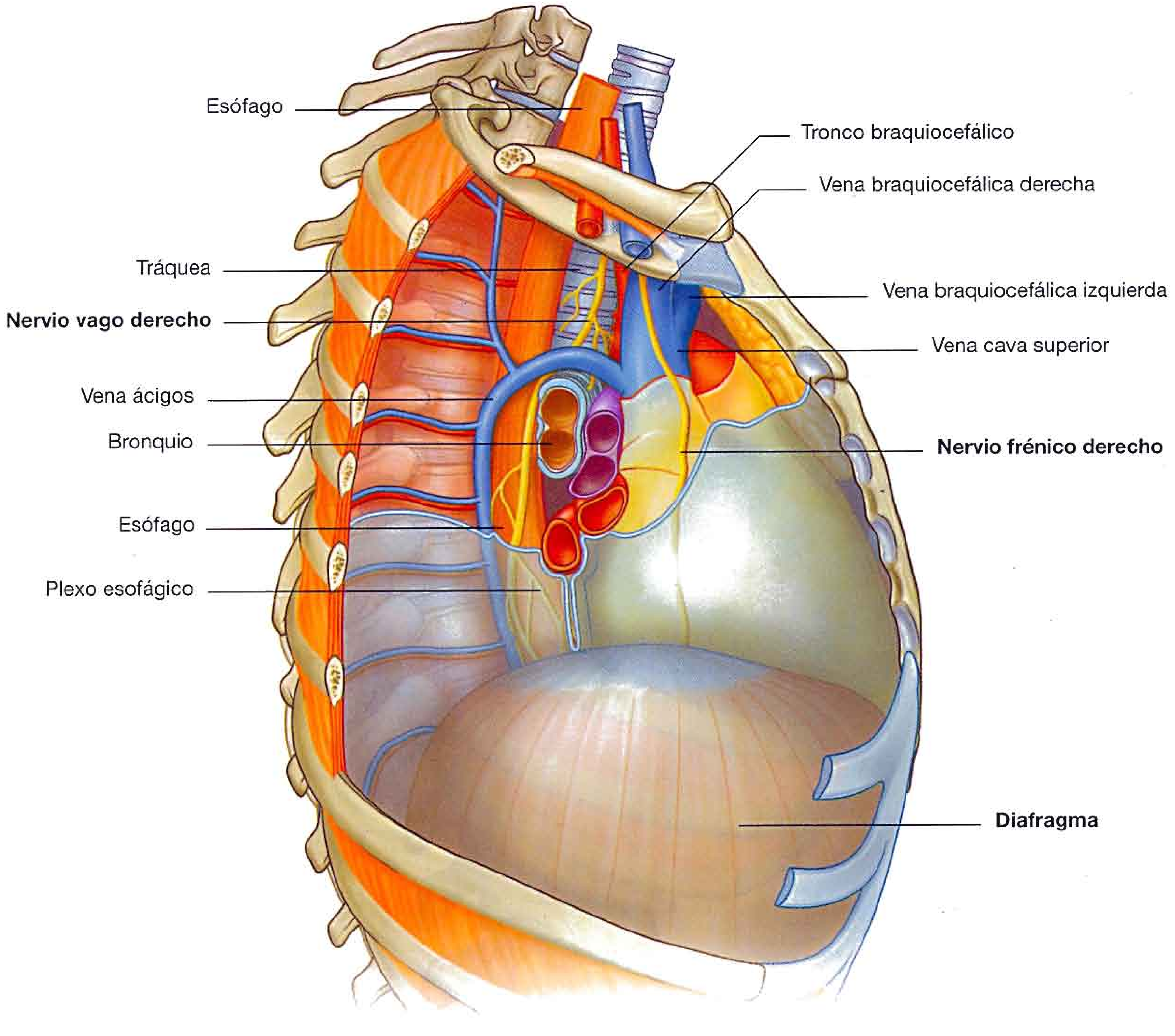


Fig. 3.86 Nervio vago derecho a su paso por el mediastino superior.

Nervio vago izquierdo

El **nervio vago izquierdo** entra en el mediastino superior posterior a la vena braquiocefálica izquierda y entre la arteria carótida común izquierda y subclavia izquierda (fig. 3.87). En su paso por el mediastino superior, queda profundo a la parte mediastínica de la pleura parietal y cruza el lado izquierdo del cayado de la aorta. Continúa descendiendo en dirección posterior y pasa posterior al pedículo del pulmón izquierdo para alcanzar el esófago en el mediastino posterior.

Cuando el nervio vago pasa a través del mediastino superior, proporciona ramas para el esófago, el plexo cardíaco y el plexo pulmonar.

El nervio vago izquierdo también da lugar al **nervio laríngeo recurrente izquierdo,** que nace de él en el borde inferior del cayado de la aorta justo lateral al ligamento arterioso. El nervio laríngeo recurrente izquierdo pasa inferior al cayado de la aorta antes de ascender por su superficie medial. Entra en un canal entre la tráquea y el esófago, y continúa superiormente para entrar en el cuello y terminar en la laringe (fig. 3.88).

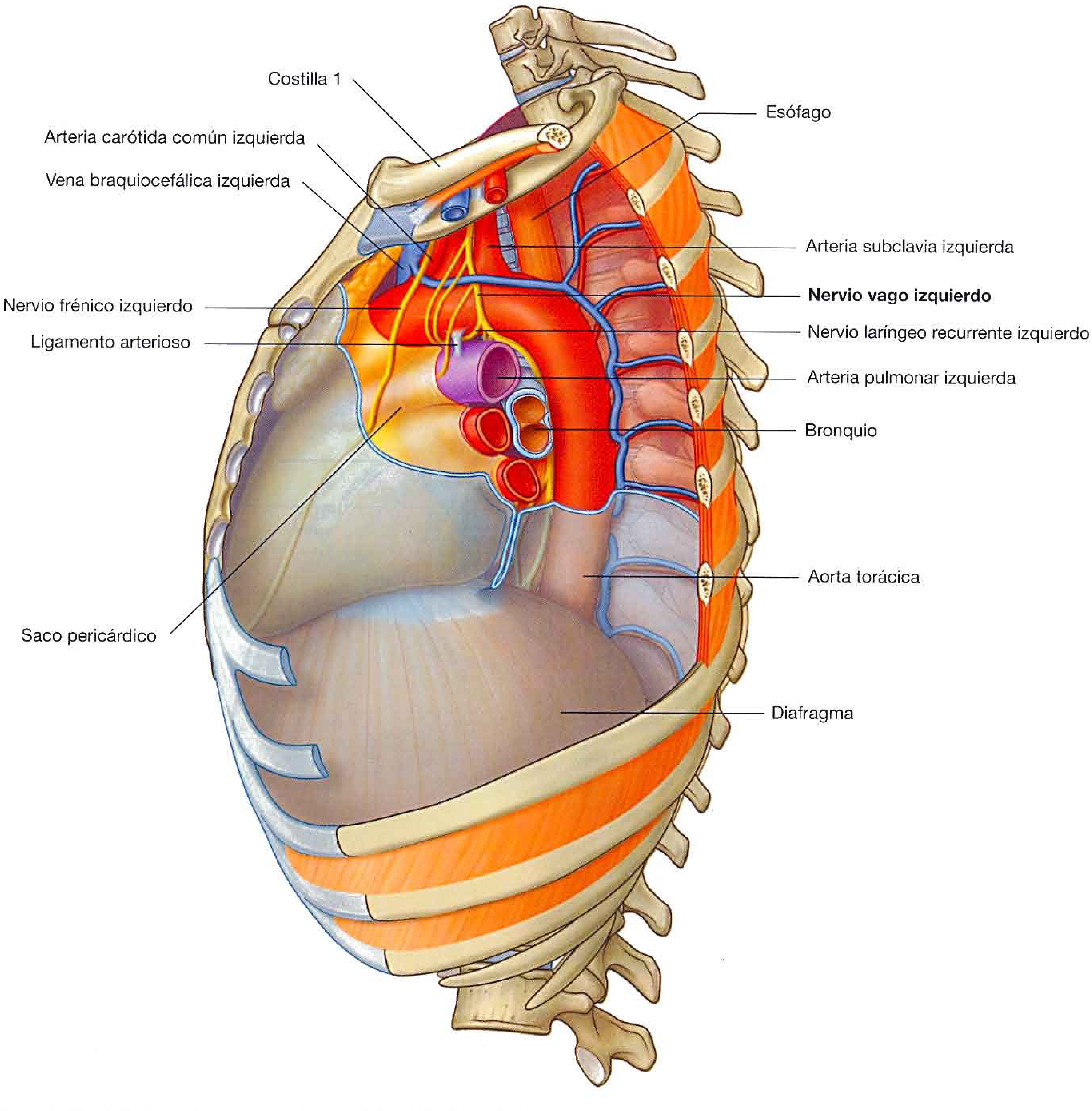


Fig. 3.87 Nervio vago izquierdo a su paso por el mediastino superior.

Nervios frénicos

Los nervios frénicos nacen en la región cervical, fundamentalmente a partir del cuarto, pero también del tercer y quinto segmentos de la médula espinal cervical.

Los nervios frénicos descienden a través del tórax para proporcionar inervación sensitiva y motora al diafragma y a las membranas asociadas. En su paso a través del tórax, proporcionan inervación por las fibras aferentes somáticas a la pleura mediastínica, pericardio fibroso y capa parietal del pericardio seroso.

Nervio frénico derecho

El **nervio frénico derecho** entra en el mediastino superior lateral al nervio vago derecho y lateral y ligeramente posterior al comienzo de la vena braquiocefálica derecha (v. fig. 3.86). Continúa inferiormente a lo largo del lado derecho de esta vena y al lado derecho de la vena cava superior.

Al entrar en el mediastino medio, el nervio frénico derecho desciende a lo largo del lado derecho del saco pericárdico, en el interior del pericardio fibroso y anterior al pedículo del pulmón derecho. Los vasos pericardiofrénicos lo acompañan a lo largo de la mayor parte de su trayecto en el tórax (v. fig. 3.54). Abandona el tórax pasando a través del diafragma con la vena cava inferior.

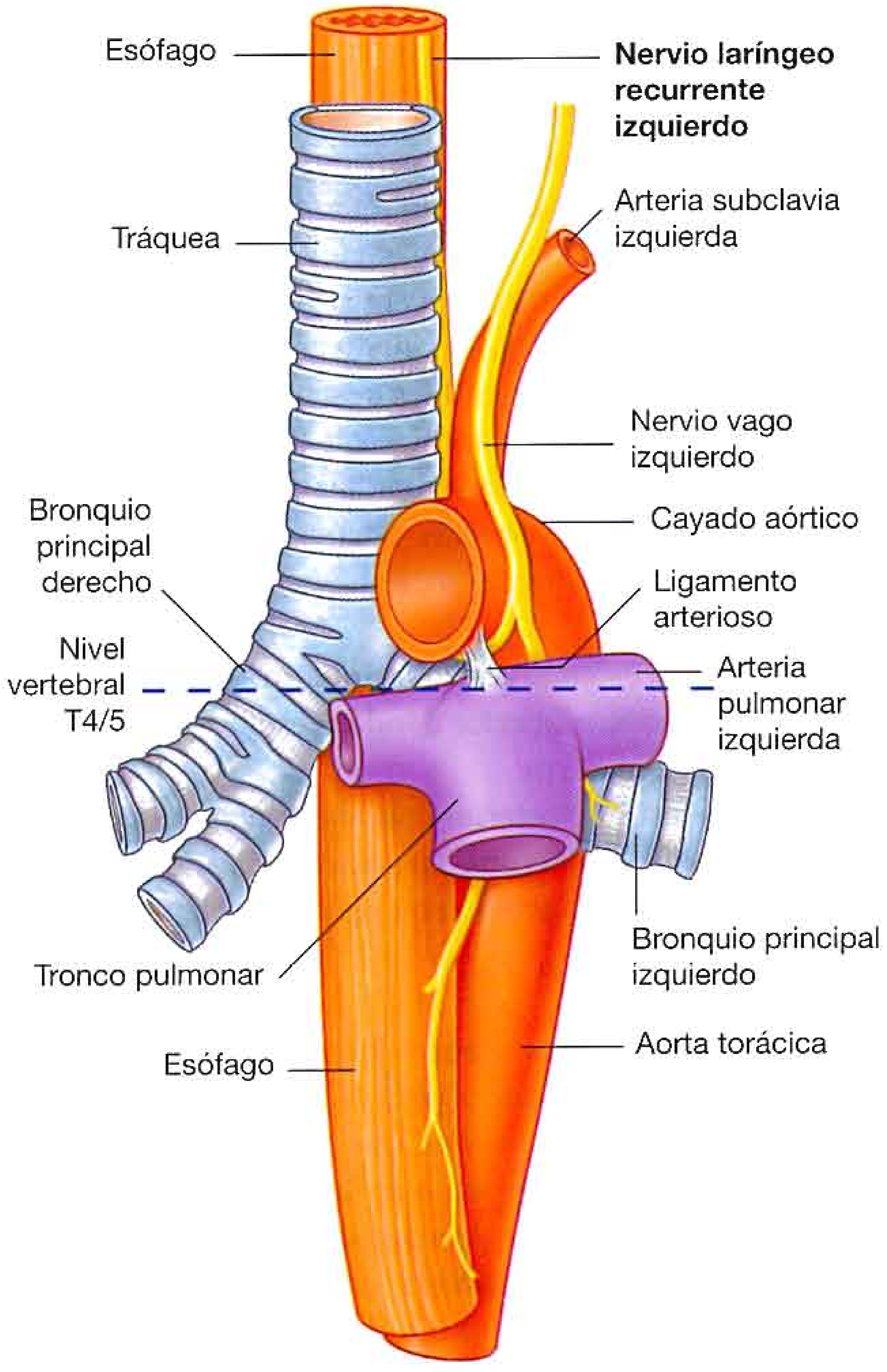


Fig. 3.88 Nervio laríngeo recurrente izquierdo a su paso por el mediastino superior.

Nervio frénico izquierdo

El **nervio frénico izquierdo** entra en el mediastino superior en una posición similar a la del nervio frénico derecho. Está dispuesto lateralmente al nervio vago izquierdo y lateral y ligeramente posterior al comienzo de la vena braquiocefálica izquierda (v. fig. 3.82), y continúa descendiendo a través de la cara lateral izquierda del cayado de la aorta, pasando superficialmente al nervio vago izquierdo y la vena intercostal superior izquierda.

Al entrar en el mediastino medio, el nervio frénico izquierdo continúa por el lado izquierdo del saco pericárdico, en el interior del pericardio fibroso y anterior al pedículo del pulmón izquierdo, y está acompañado por los vasos pericardiofrénicos (v. fig. 3.54), deja el tórax atravesando el diafragma cerca del vértice del corazón.

Conceptos prácticos

Nervios vagos, nervios laríngeos recurrentes y ronquera

El nervio laríngeo recurrente izquierdo es una rama del nervio vago izquierdo. Pasa entra la arteria pulmonar y la aorta, una región conocida clínicamente por **ventana aortopulmonar** y puede resultar comprimido en cualquier paciente que presente una masa patológica en esta zona. Esta compresión produce una parálisis de la cuerda vocal y ronquera. Una adenopatía, a menudo asociada a la extensión de un cáncer de pulmón, es una de las causas más frecuentes de compresión. Por tanto, se debe realizar una radiografía de tórax en todos los pacientes que presenten ronquera.

Más cranealmente, el nervio vago derecho da el nervio laríngeo recurrente derecho que rodea la arteria subclavia derecha en el surco superior del pulmón derecho. Si un paciente presenta ronquera y se observa una parálisis de la cuerda vocal derecha en la laringoscopia, se debe realizar una radiografía de tórax en una proyección apical lordótica para descartar un tumor en el vértice del pulmón derecho **(tumor de Pancoast)**.

Conducto torácico en el mediastino superior

El **conducto torácico**, que es el mayor vaso linfático del cuerpo, pasa a lo largo de la parte posterior del mediastino superior (v. figs. 3.79 y 3.84), y en su recorrido:

- Entra en el mediastino superior inferiormente, ligeramente a la izquierda de la línea media, habiéndose situado en esta posición justo antes de salir del mediastino posterior en el nivel vertebral T4/5.
- Continúa a través del mediastino superior, posterior al cayado de la aorta y la parte inicial de la arteria subclavia izquierda, entre el esófago y la parte mediastínica izquierda de la pleura parietal.

Mediastino posterior

El **mediastino posterior** se encuentra posterior al saco pericárdico y al diafragma y anterior a los cuerpos de las vértebras torácicas medias e inferiores (v. fig. 3.52):

- Su límite superior es un plano transversal que pasa desde el ángulo del esternón hasta el disco intervertebral entre las vértebras T4-5.
- Su límite inferior es el diafragma.
- Lateralmente, está limitado por la parte mediastínica de la pleura parietal a cada lado.
- Superiormente, se continúa con el mediastino superior.

Entre las estructuras principales del mediastino posterior se incluyen:

- El esófago y su plexo nervioso asociado.
- La aorta torácica y sus ramas.
- El sistema de la vena ácigos.
- El conducto torácico y los nódulos linfáticos asociados.
- Los troncos simpáticos.
- Los nervios esplácnicos torácicos.

Esófago

El **esófago** es un tubo muscular que discurre entre la faringe en el cuello y el estómago en el abdomen. Comienza en el borde inferior del cartílago cricoides, a nivel de la vértebra C6, y termina en el cardias del estómago, a nivel de la vértebra T11.

El esófago desciende sobre la cara anterior de los cuerpos vertebrales, generalmente en la línea media en su recorrido a través del tórax (fig. 3.89). Según se aproxima al diafragma, se desplaza anteriormente y hacia la izquierda, cruzando desde el lado derecho de la aorta torácica hasta asumir una posición anterior a ella. Después pasa a través del hiato esofágico, un orificio en la parte muscular del diafragma a nivel de la vértebra T10.

El esófago tiene una ligera curvatura anteroposterior que es paralela a la porción torácica de la columna vertebral, y está fijado superiormente por su unión a la faringe e inferiormente por su unión con el diafragma.

Relaciones con estructuras importantes en el mediastino posterior

En el mediastino posterior, el esófago está relacionado con numerosas estructuras importantes. El lado derecho está cubierto por la parte mediastínica de la pleura parietal.

Posterior al esófago, el conducto torácico se encuentra en el lado derecho inferiormente, pero cruza a la izquierda más superiormente. También en el lado izquierdo del esófago está la aorta torácica.

Anterior al esófago, por debajo del nivel de la bifurcación de la tráquea, se encuentra la arteria pulmonar derecha y el bronquio principal izquierdo.

Es de resaltar que el esófago pasa inmediatamente posterior a la aurícula izquierda, separados sólo por el pericardio. Inferior a la aurícula izquierda, el esófago está relacionado con el diafragma.

Entre otras estructuras, además del conducto torácico, que es posterior al esófago, se incluyen parte de las vena hemiácigos, los vasos intercostales posteriores derechos, y, cerca del diafragma, la aorta torácica.

El esófago es un tubo muscular flexible que puede ser comprimido o estrechado por las estructuras circundantes en cuatro localizaciones (fig. 3.90):

- La unión del esófago con la faringe en el cuello.
- En el mediastino superior donde el esófago es cruzado por el cayado de la aorta.
- En el mediastino posterior donde el esófago está comprimido por el bronquio principal izquierdo.
- En el mediastino posterior, en el hiato esofágico del diafragma.

Estas constricciones tienen importantes consecuencias clínicas. Por ejemplo, un objeto ingerido es más probable que se localice en una de ellas. Una sustancia corrosiva ingerida se mueve más lentamente en las zonas estrechas produciendo más daños en esta zona que en cualquier otro punto a lo largo del esófago. También, las constricciones presentan problemas al paso de instrumentos.

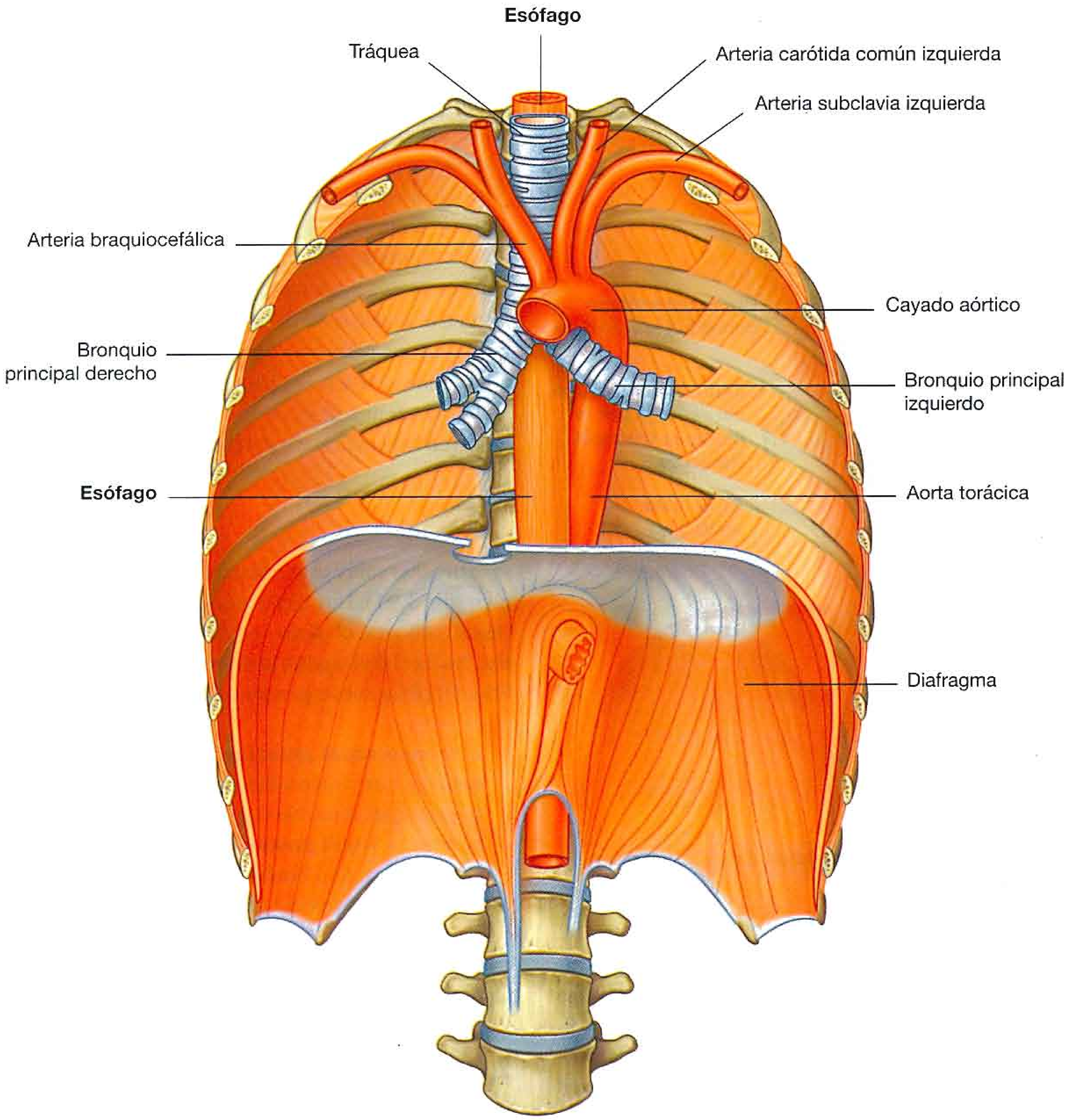


Fig. 3.89 Esófago.

Irrigación arterial y drenaje venoso y linfático

La irrigación arterial y el drenaje venoso del esófago en el mediastino posterior implica varios vasos. Las arterias esofágicas nacen de la aorta torácica, las arterias bronquiales, y ramas ascendentes de la arteria gástrica izquierda en el abdomen.

El drenaje venoso se realiza a través de pequeños vasos que retornan por la vena ácigos, hemiácigos y ramas esofágicas a la vena gástrica izquierda en el abdomen.

El drenaje linfático del esófago en el mediastino posterior se realiza a los nódulos mediastínicos posteriores y gástricos izquierdos.

Inervación

La inervación del esófago, en general, es compleja. Las ramas esofágicas surgen del nervio vago y los troncos simpáticos.

Las fibras musculares estriadas en la porción superior del esófago, originadas de los arcos branquiales, están inervadas por ramas eferentes branquiales de los nervios vagos.

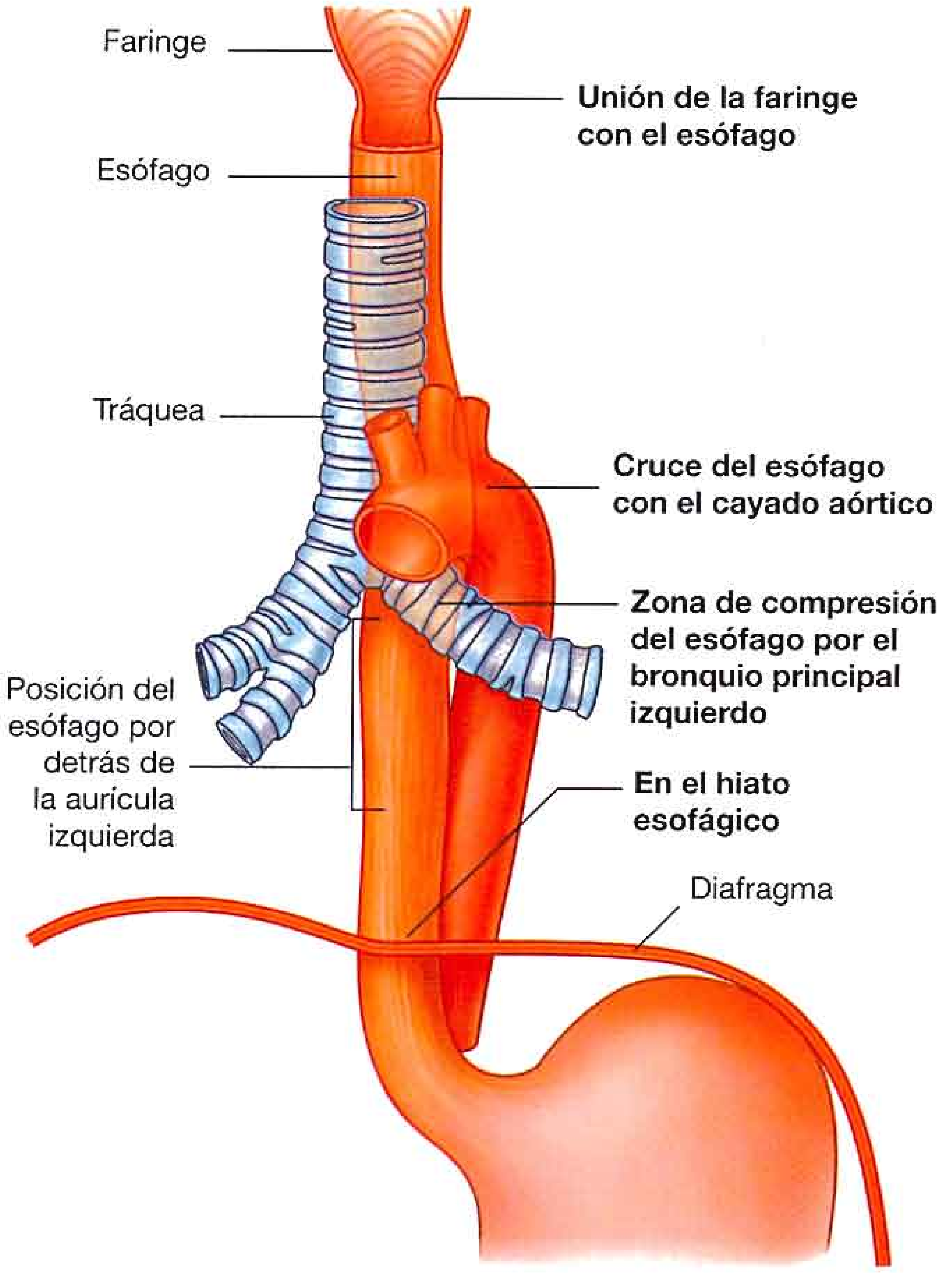


Fig. 3.90 Localización de las constricciones esofágicas normales.

Las fibras de músculo liso están inervadas por fibras parasimpáticas de la parte parasimpática del sistema nervioso autónomo, eferencias viscerales de los nervios vagos. Son fibras preganglionares que hacen sinapsis en los plexos mientérico y submucoso del sistema nervioso entérico en la pared del esófago.

La inervación sensitiva del esófago consta de fibras aferentes viscerales que se originan en los nervios vagos, troncos simpáticos y nervio esplácnico.

Las fibras aferentes del nervio vago están implicadas en la transmisión al sistema nervioso central de la información de retorno acerca de los procesos fisiológicos normales y las actividades reflejas. No están implicados en el reconocimiento del dolor.

Las aferencias viscerales que pasan a través de los troncos simpáticos y nervios esplácnicos son los primeros implicados en la detección del dolor esofágico y la transmisión de esta información a distintos niveles del sistema nervioso central.

Plexo esofágico

Después de pasar posteriormente a los pedículos pulmonares, los nervios vagos derecho e izquierdo se aproximan al esófago. Al llegar al esófago, cada nervio se divide en varias ramas que se extienden sobre esta estructura, formando el **plexo esofágico** (fig. 3.91). Hay cierta mezcla de fibras de los dos nervios vagos conforme el plexo continúa inferiormente sobre el esófago hacia el diafragma. Justo por encima del diafragma, las fibras del plexo convergen para formar dos troncos:

- El **tronco vagal anterior** sobre la cara anterior del esófago, fundamentalmente formado por fibras que se originan en el nervio vago izquierdo.
- El **tronco vagal posterior** en la cara posterior del esófago, formado fundamentalmente por fibras que se originan en el nervio vago derecho.

Los troncos vagales continúan sobre la superficie del esófago cuando atraviesa el diafragma hacia el abdomen.

Conceptos prácticos

Cáncer de esófago

Cuando existe un cáncer de esófago, es importante identificar qué parte del esófago está afectado por el tumor debido a que su localización determina a qué sitios se puede diseminar.

El cáncer de esófago se extiende rápidamente a los linfáticos que drenan a los nódulos linfáticos del cuello y en torno al tronco celíaco. Se emplea la endoscopia o el tránsito con bario para valorar la localización. Puede ser necesaria la TC y la RM para el estadiaje de la enfermedad.

Una vez que se ha valorado la extensión, se puede realizar la planificación del tratamiento.

Aorta torácica

La porción torácica de la aorta descendente **(aorta torácica)** comienza en el borde inferior de la vértebra T4, donde se continúa con el cayado aórtico. Termina por delante del borde inferior de la vértebra T12, donde pasa a través del hiato aórtico posterior al diafragma. Superiormente se sitúa a la izquierda de la columna vertebral, se aproxima a la línea media inferiormente, quedando directamente anterior a los cuerpos vertebrales torácicos inferiores (fig. 3.92). A lo largo de su recorrido, proporciona una serie de ramas que se resumen en la tabla 3.3.

Sistema de las venas ácigos

El sistema de las venas ácigos consiste en una serie de vasos longitudinales a cada lado del cuerpo que recogen la sangre de la pared de tórax y abdomen y la llevan superiormente hasta la vena cava superior. La sangre de alguna de las vísceras torácicas también puede drenar en el sistema y existen conexiones anastomóticas con las venas abdominales.

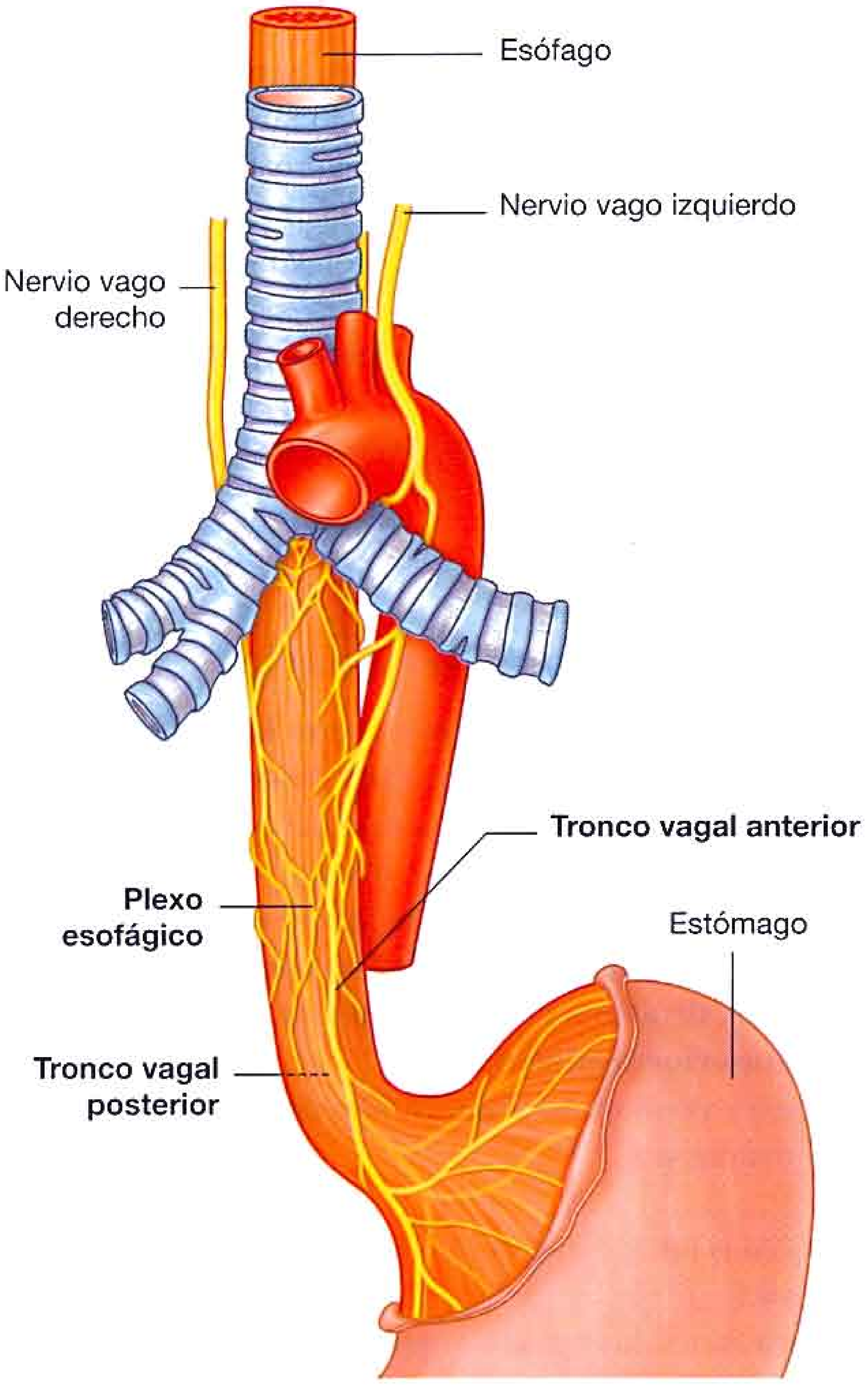


Fig. 3.91 Plexo esofágico.

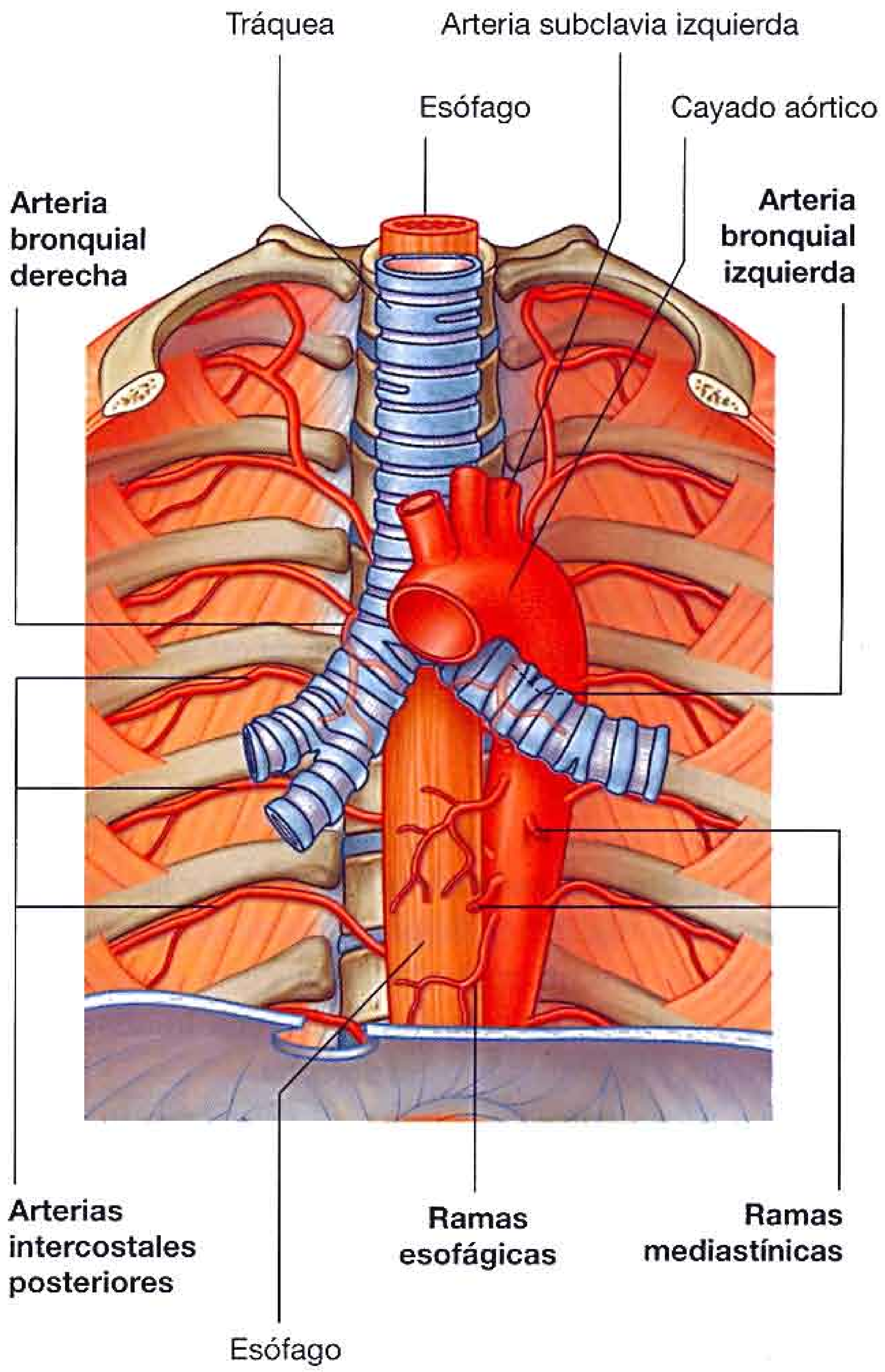


Fig. 3.92 Aorta torácica y sus ramas.

Tabla 3.3 Ramas de la aorta torácica

Ramas	Origen y trayecto
Ramas pericárdicas	Unos cuantos vasos pequeños para la cara posterior del saco pericárdico
Ramas bronquiales	Variables en número, tamaño y origen, generalmente, dos arterias bronquiales izquierdas de la aorta torácica y una arteria bronquial derecha desde la tercera arteria intercostal posterior o de la arteria bronquial izquierda superior
Ramas esofágicas	Cuatro o cinco vasos desde la cara anterior de la aorta torácica, que forma una red anastomótica continua, entre las conexiones anastomóticas se incluyen ramas esofágicas de la arteria tiroidea inferior superiormente, y ramas esofágicas de las arterias frénica inferior izquierda y gástrica izquierda inferiormente
Ramas mediastínicas	Varias ramas pequeñas que irrigan los nódulos linfáticos, vasos, nervios y tejido areolar en el mediastino posterior
Arterias intercostales posteriores	Habitualmente nueve pares de vasos que salen de la pared posterior de la aorta torácica, generalmente irrigan los nueve espacios intercostales inferiores (los dos primeros espacios están irrigados por la arteria intercostal suprema, rama del tronco costocervical)
Arterias frénicas superiores	Pequeños vasos desde la parte inferior de la aorta torácica que irrigan la parte posterior de la cara superior del diafragma, se anastomosan con las arterias musculofrénicas y pericardiofrénicas
Arteria subcostal	El par más inferior de ramas de la aorta torácica que se localizan caudales a la costilla 12

Los vasos longitudinales pueden o no continuarse y estar conectados entre ambos lados a distintos niveles a lo largo de su recorrido (fig. 3.93).

El sistema de venas ácigos es una vía importante de anastomosis capaz de llevar la sangre de la parte inferior del cuerpo hasta el corazón si la vena cava inferior está bloqueada.

Las venas principales del sistema son:

- La vena ácigos a la derecha.
- La vena hemiácigos y las venas hemiácigos accesorias a la izquierda.

Existen variaciones significativas en le origen, recorrido, tributarias, anastomosis y terminación de estos vasos.

Vena ácigos

La **vena ácigos** nace a nivel de la vértebra L1 o L2 en la unión entre la **vena lumbar ascendente derecha** y la **vena subcostal derecha** (fig. 3.93). También puede surgir como una rama directa de la vena cava inferior, que está conectada por un tronco común desde la unión de la vena lumbar ascendente derecha y la vena subcostal derecha.

La vena ácigos entra en el tórax a través del hiato aórtico del diafragma, o entra a través de o posterior al pilar derecho del diafragma. Asciende a través del mediastino posterior, habitualmente a la derecha del conducto torácico. Aproximadamente a nivel de la vértebra T4, se curva en sentido anterior sobre el pedículo del pulmón derecho, para unirse a la vena cava superior antes de que ésta entre en el saco pericárdico.

Entre las tributarias de la vena ácigos se incluyen:

- La **vena intercostal superior derecha** (vaso único formado por la unión de las venas intercostales segunda, tercera y cuarta).
- Venas intercostales posteriores derechas quinta a undécima.
- Vena hemiácigos.
- Vena hemiácigos accesoria.
- Venas esofágicas.
- Venas mediastínicas.
- Venas pericárdicas.
- Venas bronquiales derechas.

Vena hemiácigos

La **vena hemiácigos (vena hemiácigos inferior)** suele nacer en la unión entre la **vena lumbar ascendente izquierda** y la **vena subcostal izquierda** (fig. 3.93). También puede nacer de cualquiera de estas venas aisladamente y suele estar conectada con la vena renal izquierda.

La vena hemiácigos normalmente entra en el tórax a través del pilar izquierdo del diafragma, pero puede entrar a través del hiato aórtico. Asciende a lo largo del mediastino posterior, por el lado izquierdo, hasta aproximadamente el nivel de la vértebra T9. En este punto, cruza la columna vertebral, posterior a la aorta torácica, esófago y conducto torácico para unirse a la vena ácigos.

Entre las tributarias de la vena hemiácigos se incluyen:

- Las cuatro o cinco últimas venas intercostales posteriores.
- Las venas esofágicas.
- Las venas mediastínicas.

Vena hemiácigos accesoria

La **vena hemiácigos accesoria (vena hemiácigos superior)** desciende por el lado izquierdo desde la parte superior del mediastino posterior hasta aproximadamente el nivel vertebral T8 (fig. 3.93). En este punto, cruza la columna vertebral para unirse a la vena ácigos, o termina en la vena hemiácigos, o presenta una conexión con ambas venas. Generalmente, tiene una conexión superior con la **vena intercostal superior izquierda.**

Entre los vasos que drenan en la vena hemiácigos accesoria se encuentran:

- Las venas intercostales posteriores izquierdas cuarta a octava.
- En ocasiones, las venas bronquiales izquierdas.

Conducto torácico en el mediastino posterior

El conducto torácico es el principal canal a través del que la linfa de la mayor parte del cuerpo regresa al sistema venoso. Comienza como una confluencia de troncos linfáticos en el abdomen, en ocasiones forma una dilatación sacular denominada **cisterna del quilo,** que drena las vísceras abdominales y las paredes, pelvis, periné y miembros inferiores.

El conducto torácico se extiende desde la vértebra L2 hasta la raíz del cuello.

Entra en el tórax, posterior a la aorta, a través del hiato aórtico del diafragma, y asciende a través del mediastino posterior a la derecha de la línea media, entre la aorta torácica a la izquierda y la vena ácigos a la derecha (fig. 3.94). Se sitúa posterior al diafragma y al esófago y anterior a los cuerpos vertebrales.

A nivel de la vértebra T5, el conducto torácico se desplaza a la izquierda de la línea media y entra en el mediastino superior. Continúa a lo largo del mediastino superior hacia el cuello.

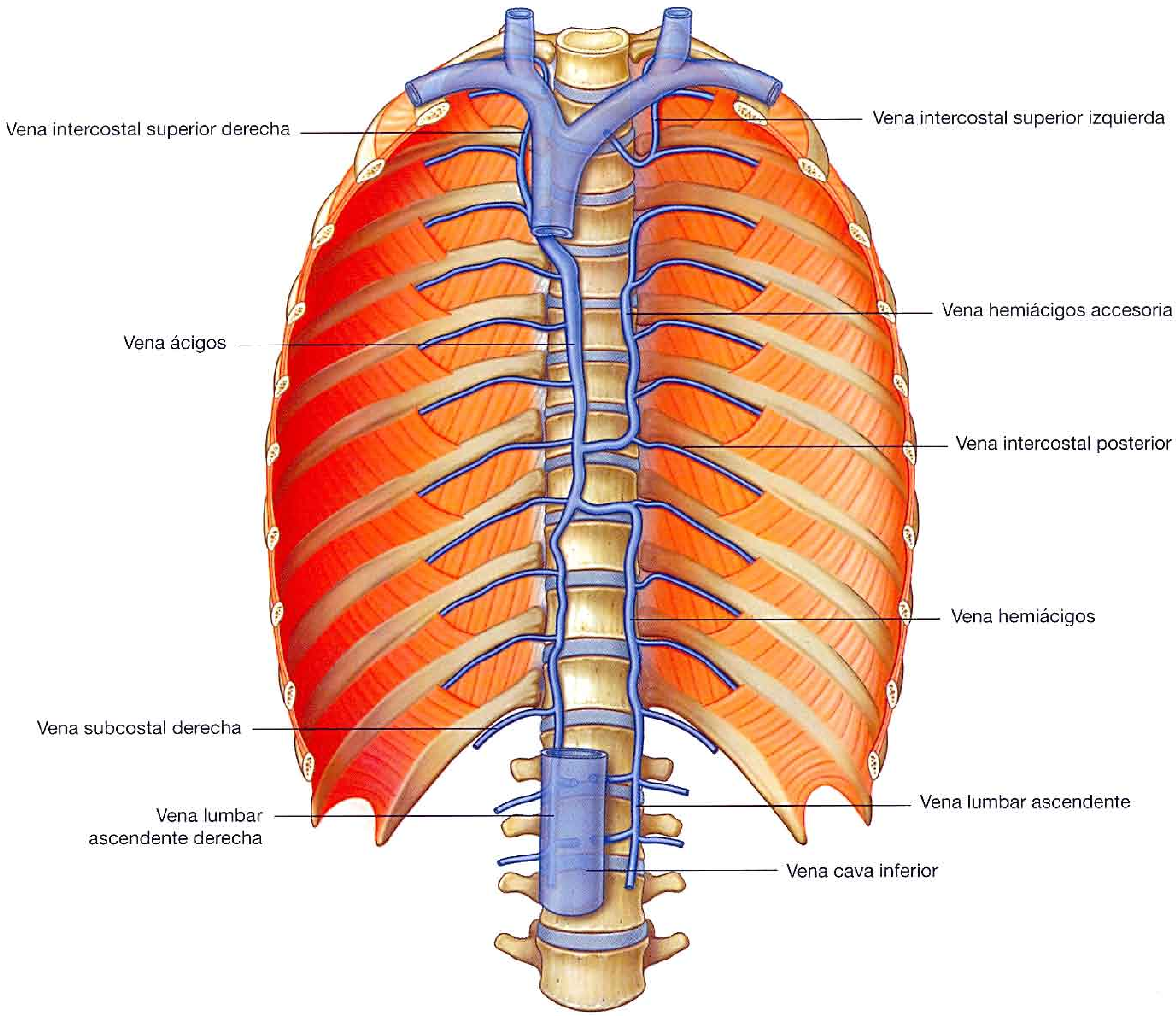


Fig. 3.93 Sistema de la vena ácigos.

Después de haberse unido, en la mayoría de los casos, al **tronco yugular izquierdo**, que drena el lado izquierdo de la cabeza y cuello, y el **tronco subclavio izquierdo**, que drena el miembro superior izquierdo, el conducto torácico se vacía en la unión de las venas subclavia izquierda y yugular interna izquierda.

El conducto torácico suele recibir el contenido de:

- La confluencia de los troncos linfáticos del abdomen.
- Los troncos linfáticos torácicos descendientes que drenan los seis o siete espacios intercostales inferiores en ambos lados.
- Los troncos linfáticos intercostales superiores que drenan los cinco o seis espacios intercostales superiores izquierdos.
- Los conductos de los nódulos mediastínicos posteriores.
- Los conductos de los nódulos diafragmáticos posteriores.

Troncos simpáticos

Los **troncos simpáticos** son un componente importante del sistema simpático dentro de la división autónoma del SNP y suelen considerarse elementos del mediastino posterior cuando pasan por el tórax.

Esta porción de los troncos simpáticos consiste en dos cordones paralelos interrumpidos por 11 o 12 **ganglios** (fig. 3.95). Los ganglios están conectados a los nervios espinales torácicos adyacentes por los **ramos comunicantes blancos** y **grises** y se numeran según el nervio espinal torácico al que se asocian.

En la parte superior del mediastino posterior, los troncos simpáticos son anteriores al cuello de las costillas. Inferiormente, se hacen más mediales hasta quedar sobre la cara lateral de los cuerpos vertebrales. Los troncos simpáticos dejan

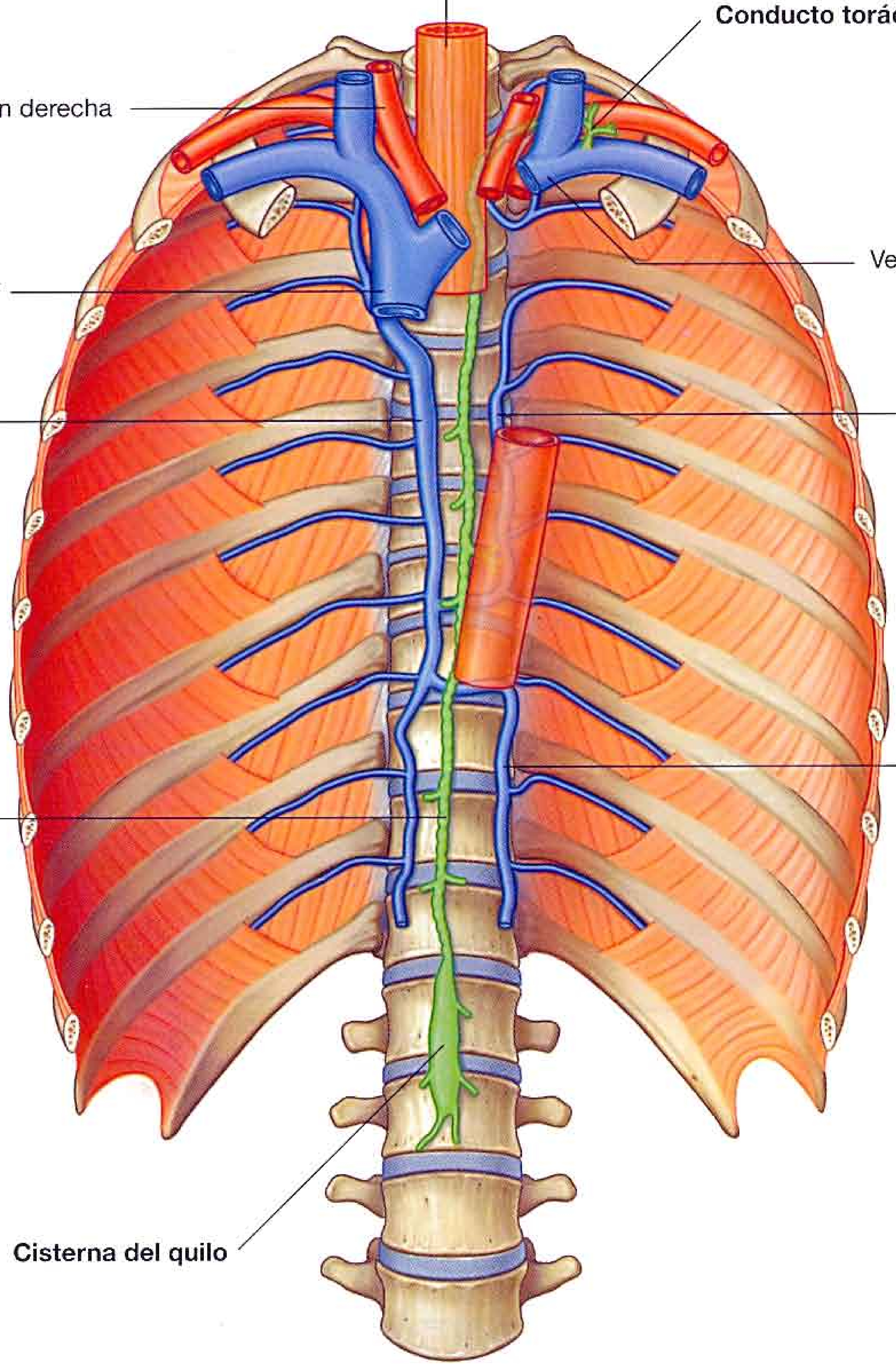


Fig. 3.94 Conducto torácico.

el tórax pasando posteriores al diafragma bajo el ligamento arqueado interno o a través de los pilares del diafragma. A lo largo de todo su recorrido, los troncos están cubiertos de pleura parietal.

Ramas de los ganglios

Los ganglios proporcionan dos tipos de ramas mediales:

- El primer tipo incluye ramas de los cinco ganglios superiores.
- El segundo tipo incluye ramas de los siete ganglios inferiores.

El primer tipo, que incluye ramas de los cinco ganglios superiores, consiste principalmente en fibras simpáticas posganglionares, que inervan las distintas vísceras torácicas. Estas ramas son relativamente pequeñas y también contienen fibras aferentes viscerales.

El segundo tipo, que incluye ramas de los siete ganglios inferiores, está formado principalmente por fibras simpáticas preganglionares, que inervan las distintas vísceras abdominales y pélvicas. Estas ramas son de gran tamaño y también llevan fibras aferentes viscerales y forman los tres nervios esplácnicos torácicos denominados mayor, menor e inferior (fig. 3.95):

- El **nervio esplácnico mayor** a cada lado suele originarse a partir de los quinto a noveno o décimo

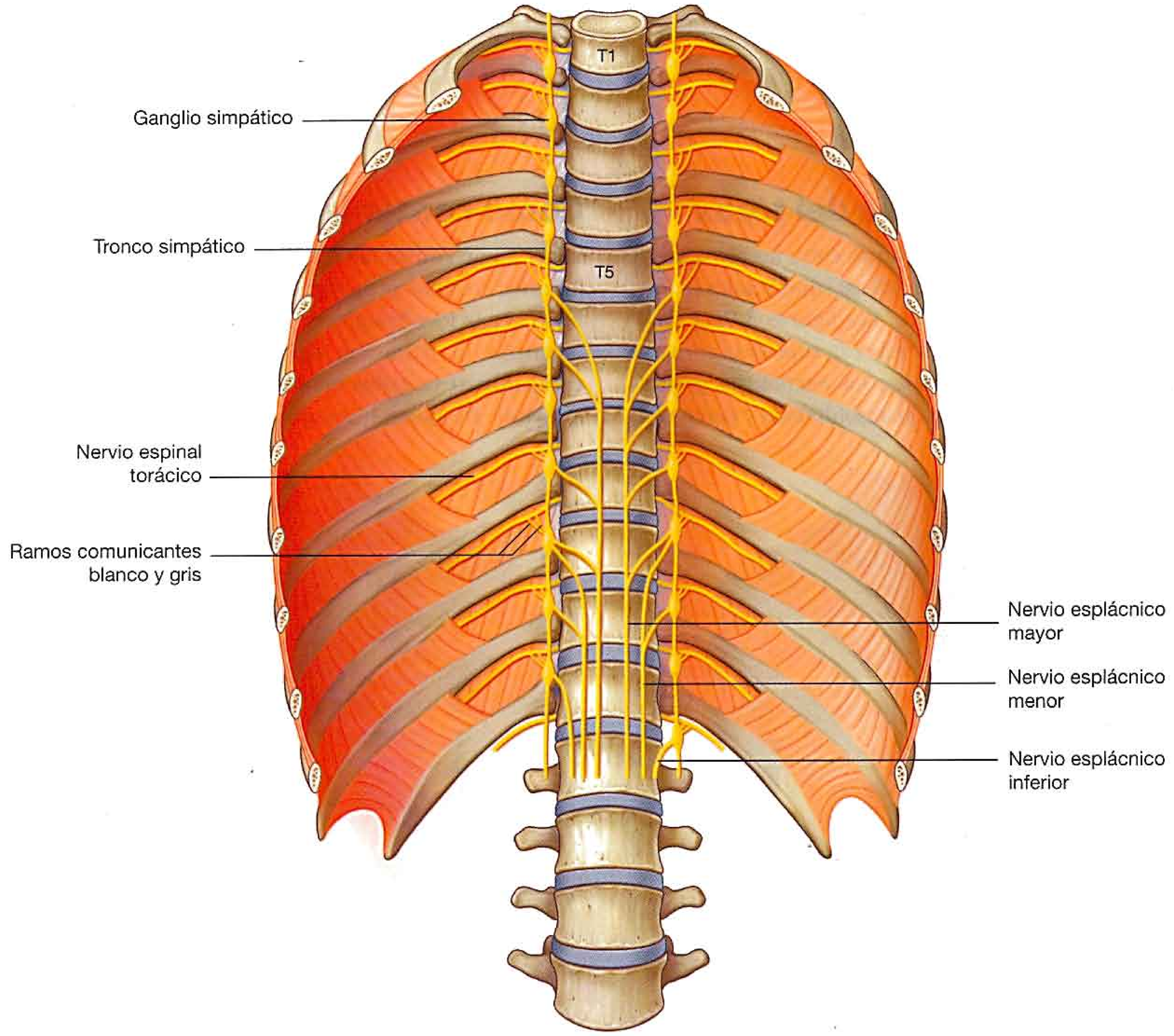


Fig. 3.95 Porción torácica de los troncos simpáticos.

ganglios torácicos. Desciende a través de los cuerpos vertebrales en dirección medial, pasa al abdomen a través de los pilares del diafragma y termina en el ganglio celíaco.

- El **nervio esplácnico menor** suele nacer del noveno y décimo, o décimo y undécimo ganglios torácicos. Desciende a través de los cuerpos vertebrales en sentido medial y pasa al abdomen a través de los pilares del diafragma y termina en los ganglios aorticorrenales.
- El **nervio esplácnico inferior** suele nacer del duodécimo ganglio torácico. Desciende y pasa al abdomen a través de los pilares del diafragma para terminar en el plexo renal.

Mediastino anterior

El **mediastino anterior** se localiza por detrás posterior al esternón y anterior al saco pericárdico (v. fig. 3.52):

- Su límite superior es un plano transversal que pasa desde el ángulo del esternón hasta el disco intervertebral entre T4 y T5, que lo separa del mediastino superior.
- Su límite inferior es el diafragma.
- Lateralmente está limitado por la parte mediastínica de la pleura parietal a cada lado.

La principal estructura del mediastino anterior es una parte del timo, descrita previamente (v. pág. 3-83). También existe grasa, tejido conjuntivo, nódulos linfáticos, ramas mediastínicas de los vasos torácicos internos y los ligamentos esternopericárdicos que pasan desde la superficie posterior del cuerpo del esternón hasta el pericardio fibroso.

Anatomía de superficie

Anatomía de superficie del tórax

La capacidad de visualizar las relaciones entre las estructuras anatómicas del tórax y las características superficiales es fundamental para la exploración física. Las figuras 3.96 y 3.97 muestran los puntos de referencia sobre la superficie corporal que se pueden emplear para localizar las estructuras profundas y valorar la función mediante la auscultación y percusión.

Cómo contar las costillas

Saber cómo contar las costillas es importante porque las diferentes costillas proporcionan puntos de referencia palpables para la localización de estructuras profundas. Para determinar la situación de costillas específicas, palpe la **escotadura yugular** en el extremo superior del manubrio esternal. Desplace los dedos hacia abajo hasta notar una

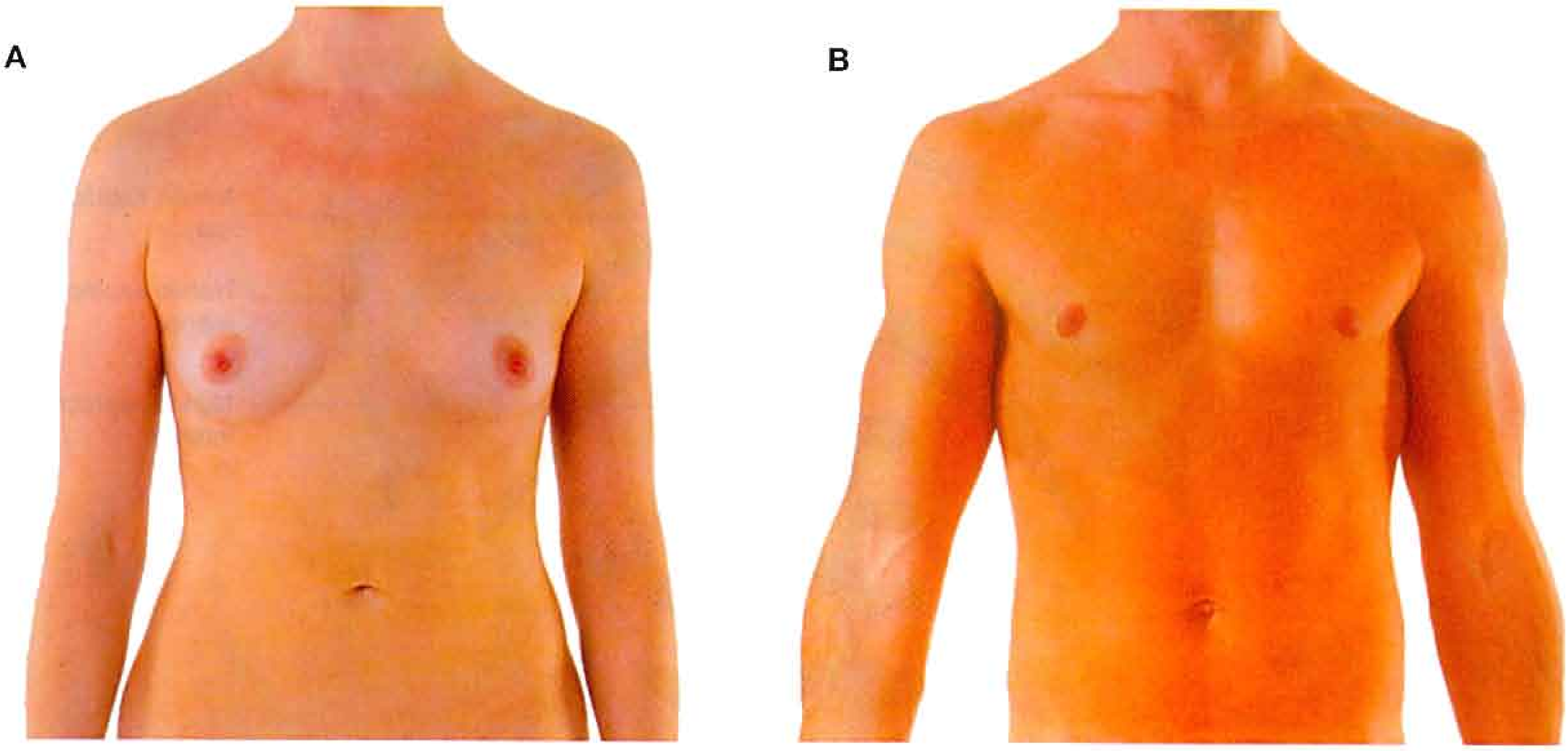


Fig. 3.96 Pared anterior del tórax. **A.** En una mujer. **B.** En un hombre.

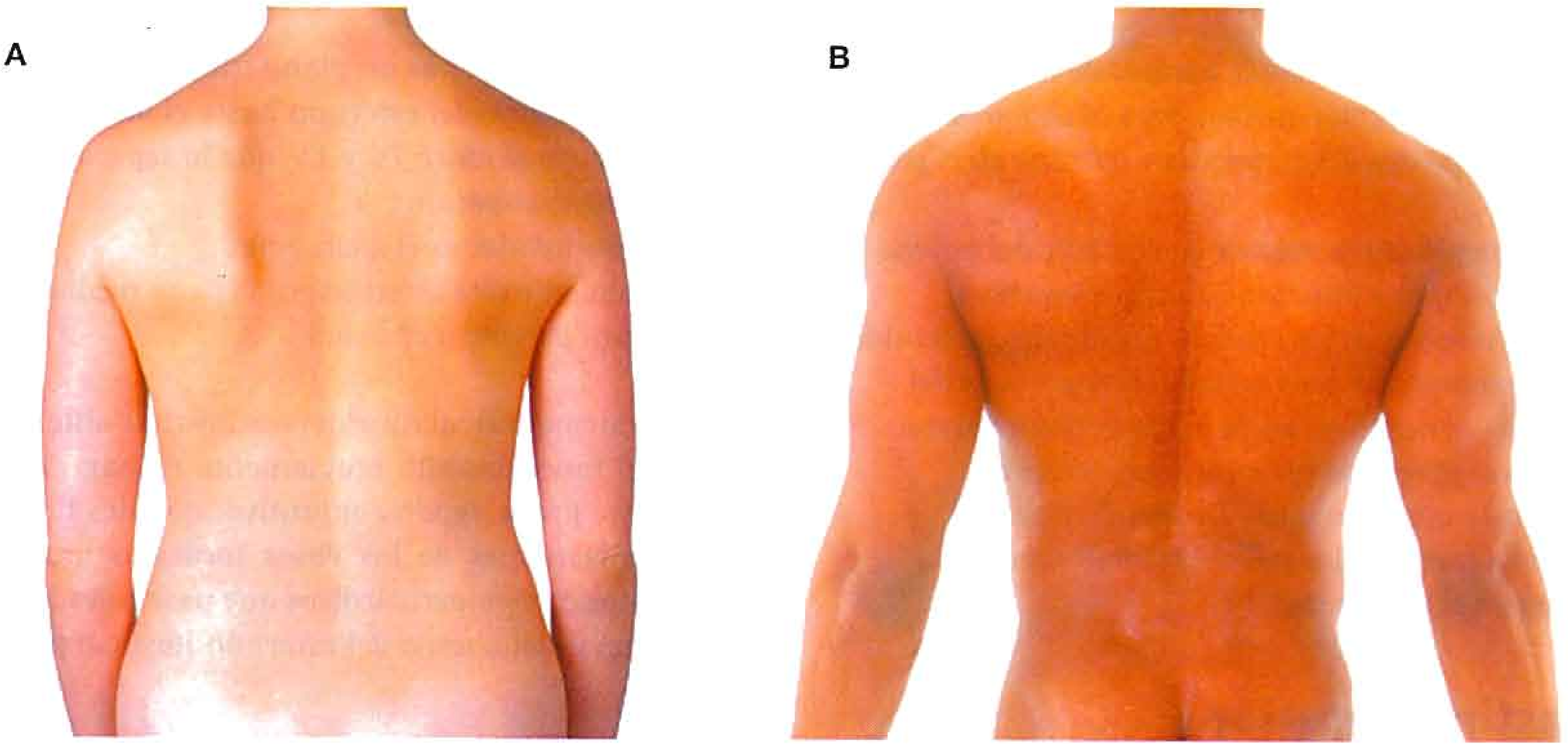
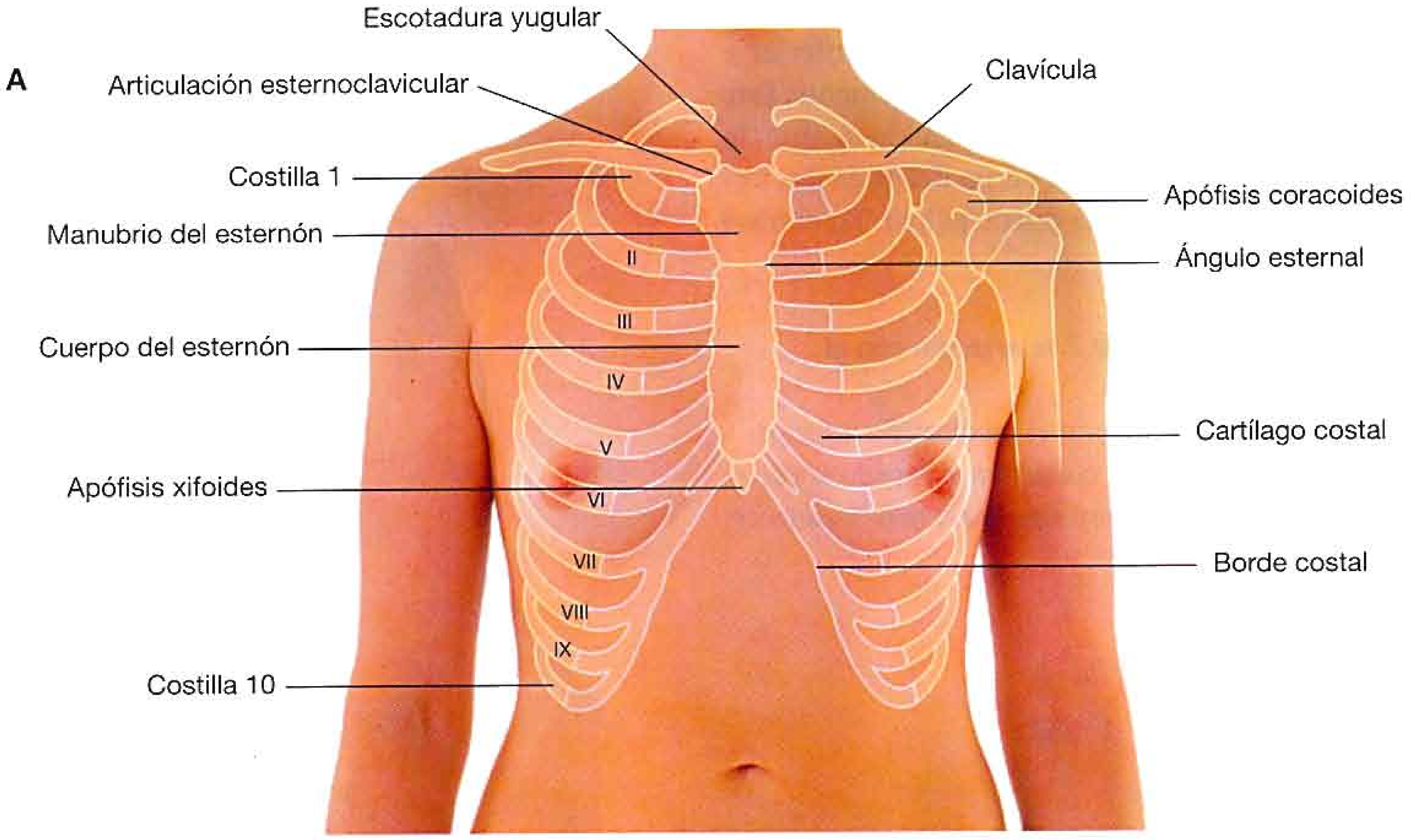


Fig. 3.97 Pared posterior del tórax. **A.** En una mujer. **B.** En un hombre.

cresta. Este resalte es el **ángulo del esternón**, que permite identificar la articulación entre el manubrio y el cuerpo del esternón. El cartílago costal de la costilla 2 se articula con el esternón en este punto. Identifique la costilla 2, después siga contando las costillas en dirección inferior y lateral (fig. 3.98).

Anatomía de superficie de la mama femenina

Aunque las mamas pueden ser de tamaño variable, normalmente se localizan en la pared torácica entre las costillas 2 y 6 y están superpuestas al músculo pectoral mayor. Se



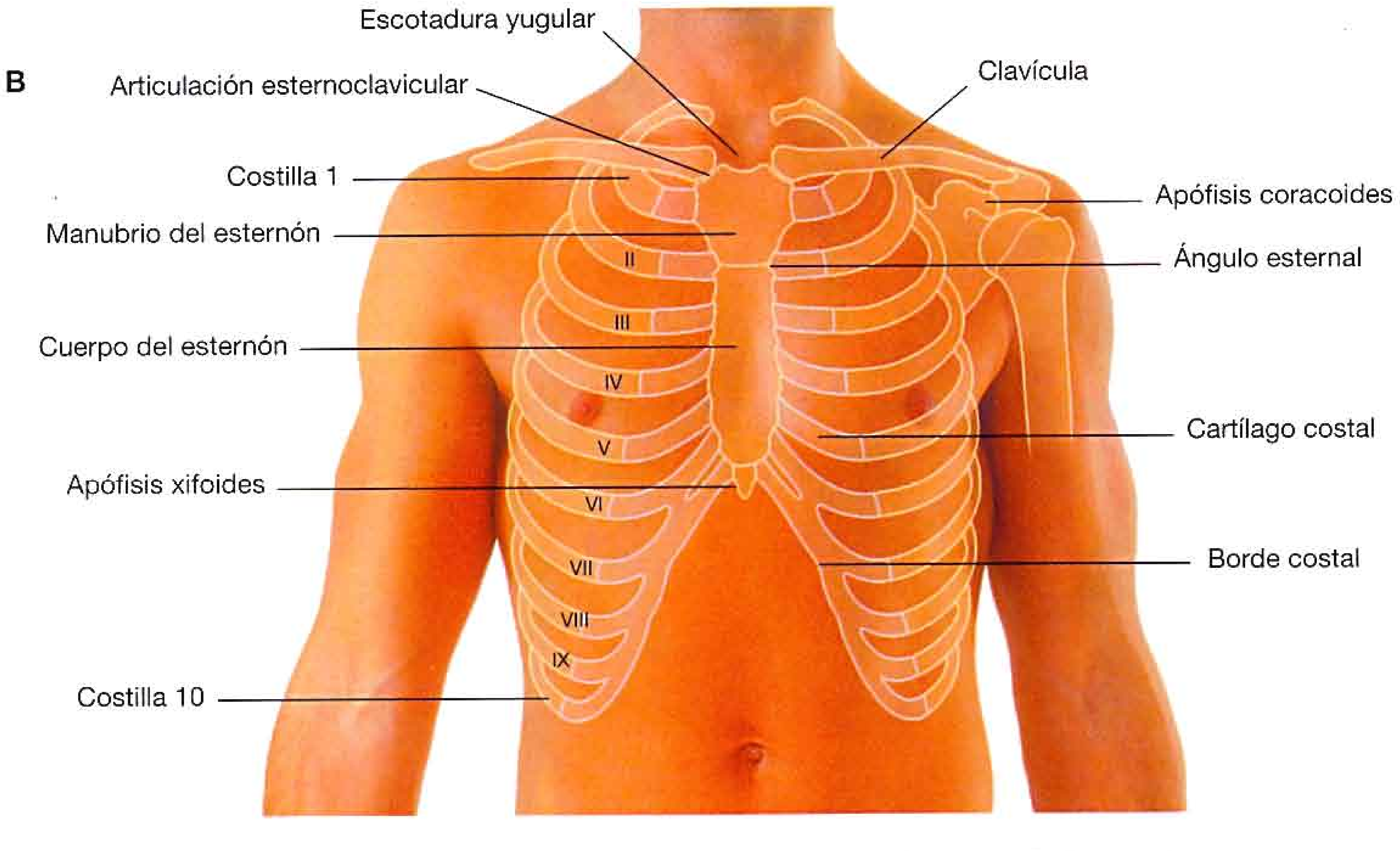


Fig. 3.98 Visión anterior de la pared torácica mostrando la localización de las estructuras esqueléticas. **A.** En una mujer. La localización del pezón en relación a los espacios intercostales varía dependiendo del tamaño de las mamas, que pueden ser asimétricas. **B.** En un hombre. Obsérvese la localización del pezón en el cuarto espacio intercostal.

extienden superolateralmente en torno al margen inferior del músculo pectoral mayor y se prolongan hacia la axila (fig. 3.99). Esta parte de la mama es la cola axilar. La posición del pezón y de la areola varían en relación a la pared torácica dependiendo del tamaño de la mama.

Visualización de las estructuras a nivel de las vértebras T4/5

El nivel vertebral T4/5 es un plano transversal que pasa a través del ángulo del esternón en la pared torácica anterior y por el disco intervertebral entre T4 y T5 posteriormente. Este plano puede ser fácilmente localizado debido a que la articulación entre el manubrio y el cuerpo del esternón forma una protuberancia ósea que se puede palpar. En el nivel T4/5 (fig. 3.100):

- El cartílago costal de la costilla 2 se articula con el esternón.
- El mediastino superior limita con el mediastino inferior.
- La aorta ascendente termina y comienza el cayado aórtico.
- Termina el cayado aórtico y comienza la aorta descendente.
- Se bifurca la tráquea.

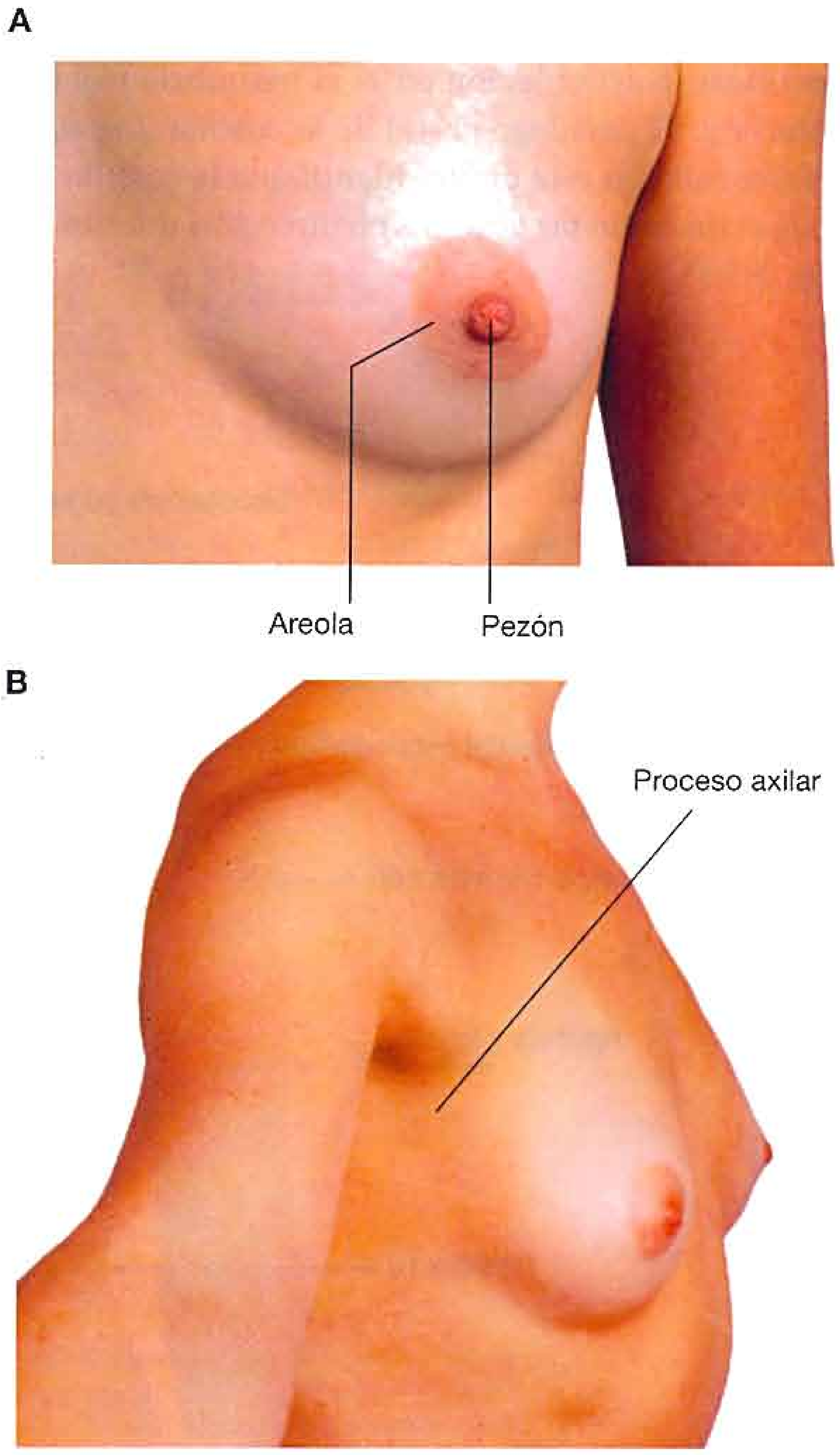


Fig. 3.99 **A.** Visión cercana del pezón y de la areola circundante de la mama. **B.** Visión lateral de la pared torácica de una mujer mostrando le proceso axilar de la mama.

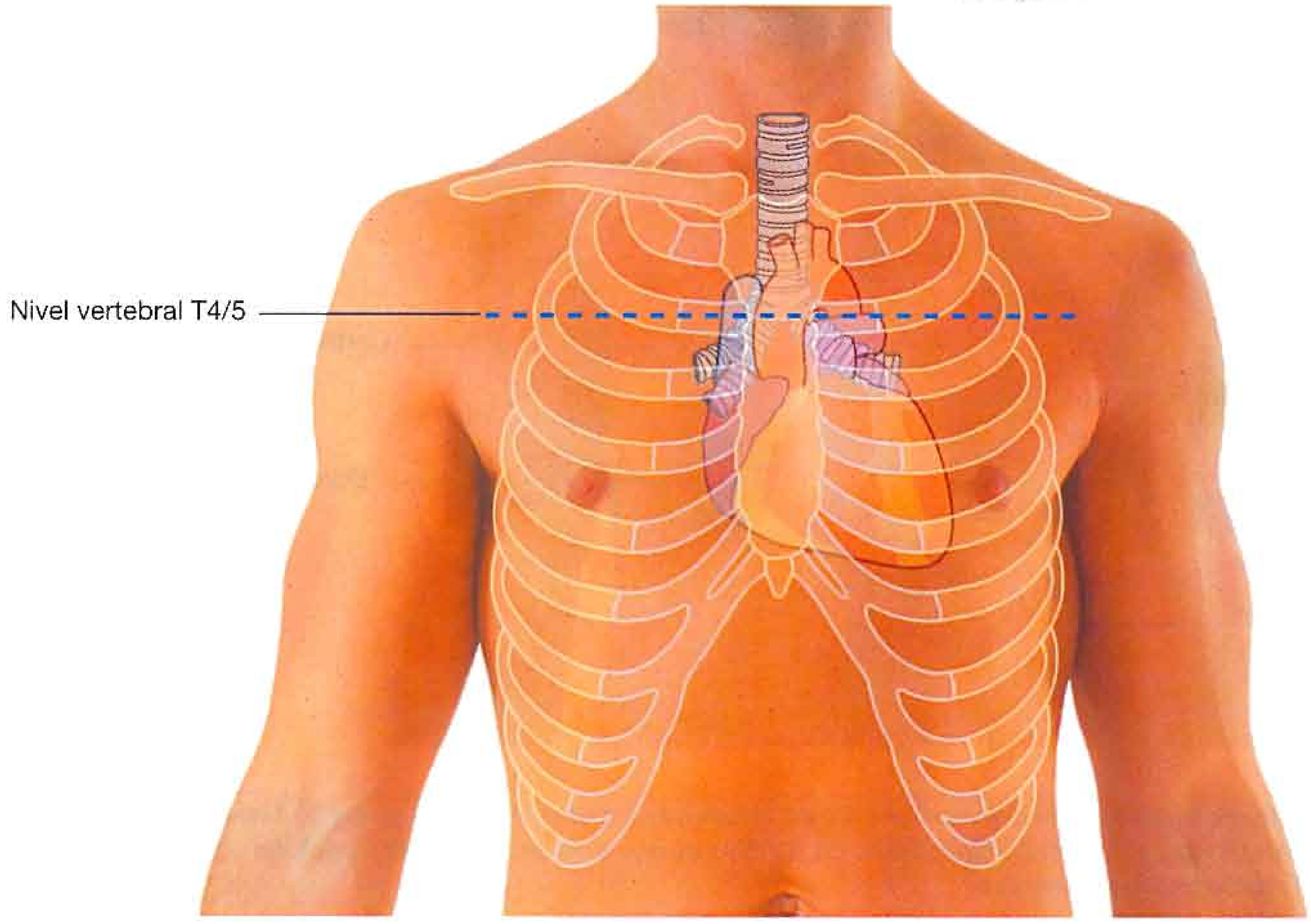


Fig. 3.100 Visión anterior de la pared torácica en un hombre mostrando la localización de varias estructuras relacionadas con el nivel T4/V.

Visualización de las estructuras en el mediastino superior

Numerosas estructuras del mediastino superior del adulto pueden ser visualizadas en base a su posición relativa con respecto a los puntos de referencia óseos que se pueden palpar a través de la piel (fig. 3.101):

- A cada lado, las venas yugular interna y subclavia se unen para formar las venas braquiocefálicas detrás de los extremos esternales de las clavículas, cerca de las articulaciones esternoclaviculares.
- La vena braquiocefálica izquierda cruza de izquierda a derecha por detrás del manubrio del esternón.
- Las venas braquiocefálicas se unen para formar la vena cava superior por detrás del borde inferior del cartílago costal de la primera costilla derecha.
- El cayado aórtico comienza y termina en un plano transversal entre le ángulo esternal anteriormente y el nivel vertebral T4/5 posteriormente. El arco puede llegar hasta el nivel medio del manubrio esternal.

Visualización de los bordes del corazón

Los puntos de referencia superficiales se pueden palpar para visualizar los límites del corazón (fig. 3.102).

- El límite superior del corazón puede llegar en altura hasta el tercer cartílago costal en el lado derecho del esternón y el segundo espacio intercostal en el lado izquierdo del esternón.
- El margen derecho del corazón se extiende desde el tercer cartílago costal derecho hasta cerca del sexto cartílago costal derecho.

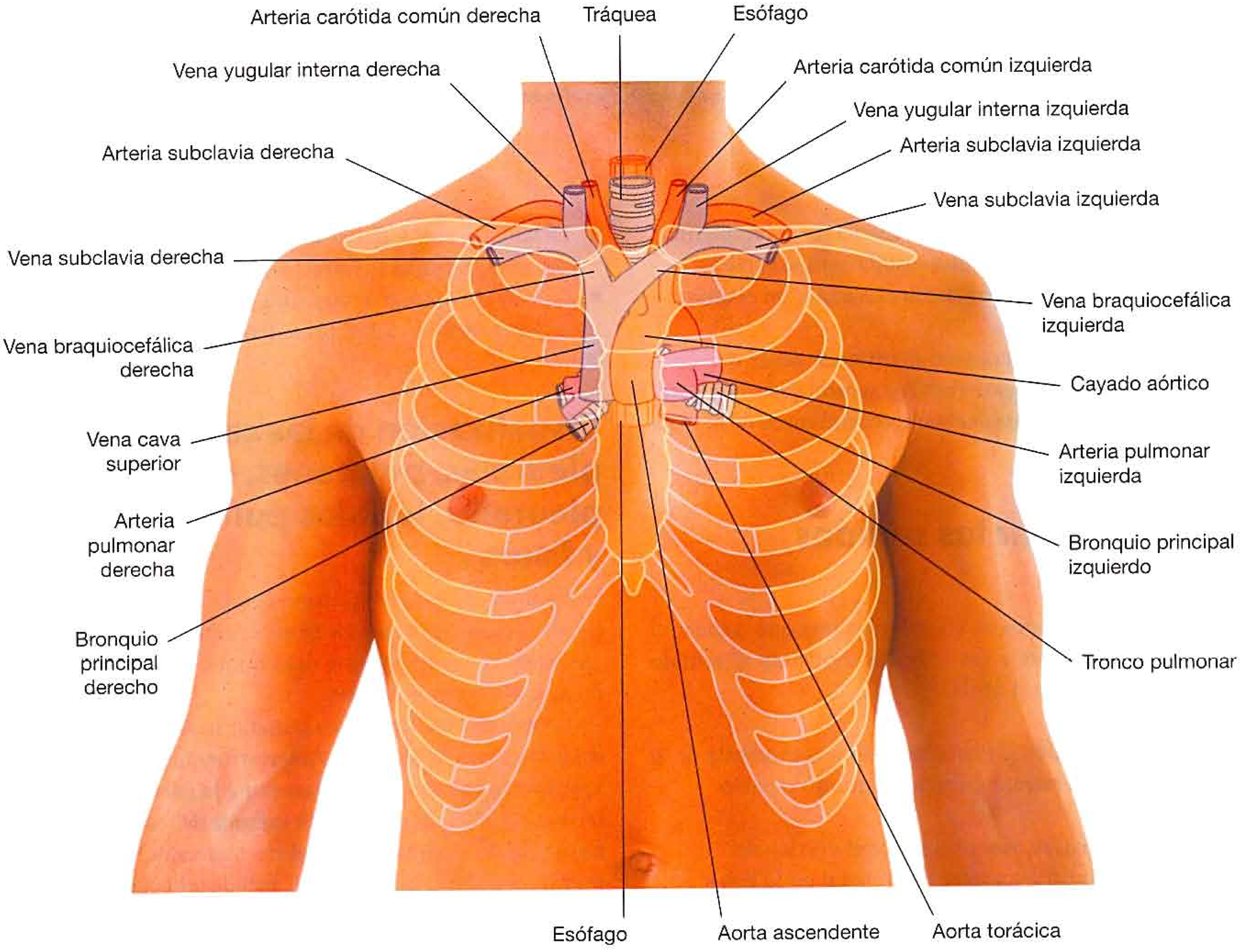


Fig. 3.101 Visión anterior de la pared torácica de un hombre que muestra la localización de las diferentes estructuras del mediastino superior y su relación con el esqueleto.

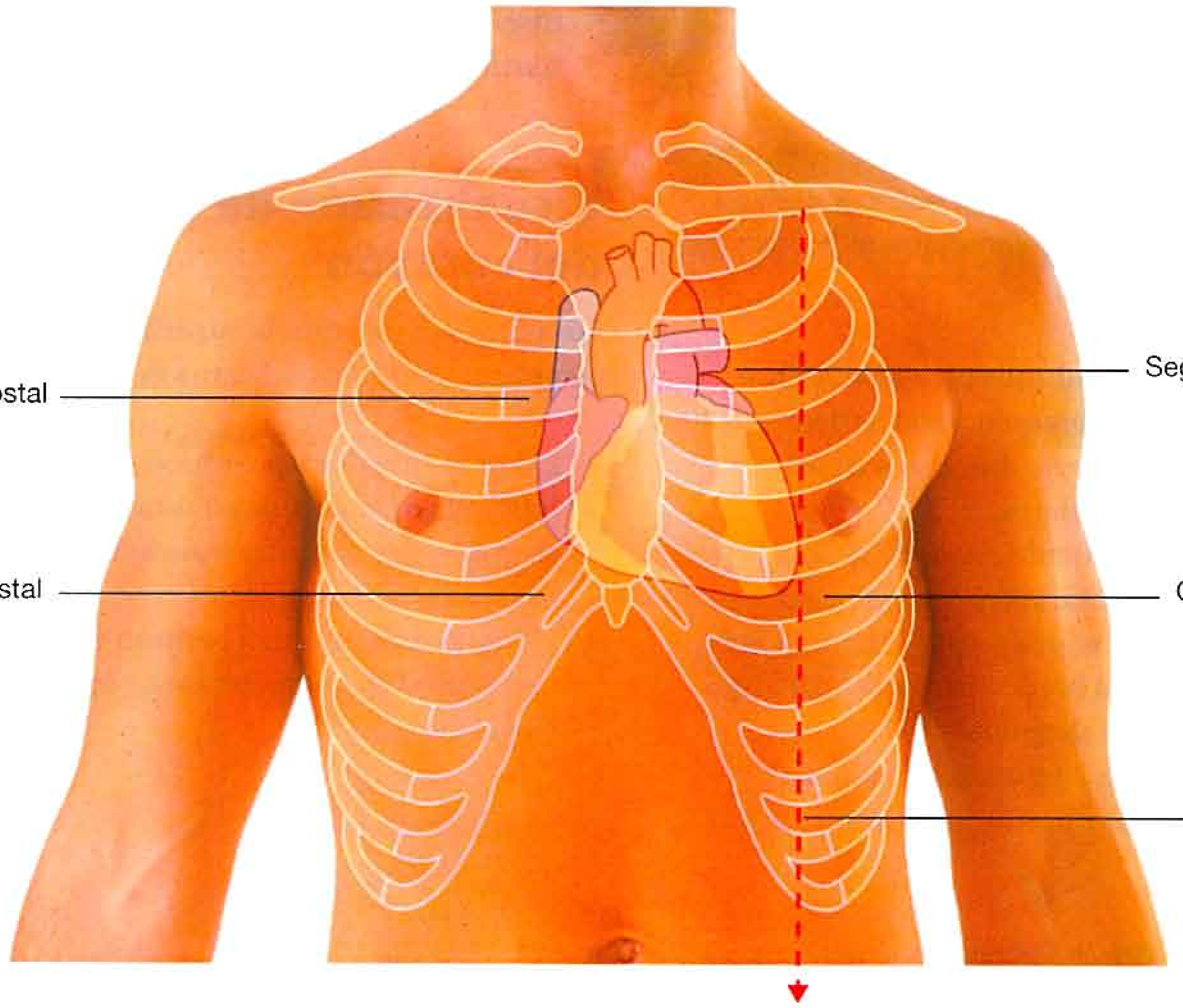


Fig. 3.102 Visión anterior de la pared torácica de un hombre que muestra las estructuras esqueléticas y la proyección en superficie del corazón.

- El margen izquierdo del corazón desciende lateralmente desde el segundo espacio intercostal hasta el vértice localizado cerca de la línea medioclavicular en el quinto espacio intercostal.
- El margen inferior del corazón se extiende desde el extremo esternal del sexto cartílago costal derecho hasta el vértice en el quinto espacio intercostal cerca de la línea medioclavicular.

Dónde escuchar los sonidos cardíacos

Para escuchar los sonidos de las válvulas hay que colocar el estetoscopio distalmente a las válvulas siguiendo el sentido del flujo sanguíneo (fig. 3.103).

- La válvula tricúspide se ausculta justo a la izquierda de la parte inferior del esternón cerca del quinto espacio intercostal.
- La válvula mitral se ausculta sobre el vértice del corazón en el quinto espacio intercostal en la línea medioclavicular.
- La válvula pulmonar se ausculta sobre el extremo medial del segundo espacio intercostal izquierdo.
- La válvula aórtica se ausculta en el extremo medial del segundo espacio intercostal derecho.

Visualización de las cavidades pleurales, pulmones, recesos pleurales, lóbulos pulmonares y fisuras

Los puntos de referencia superficiales palpables se pueden emplear para visualizar los límites normales de las cavidades pleurales y los pulmones y determinar la posición de los lóbulos y fisuras pulmonares.

Superiormente, la pleura parietal se prolonga por encima del primer cartílago costal. Anteriormente, la pleura costal se aproxima a la línea media posterior a la parte superior del esternón. Por detrás de la parte inferior del esternón, la parte izquierda de la pleura parietal no se acerca tanto a la línea media como en el lado derecho, debido a la posición del corazón en el lado izquierdo (fig. 3.104A).

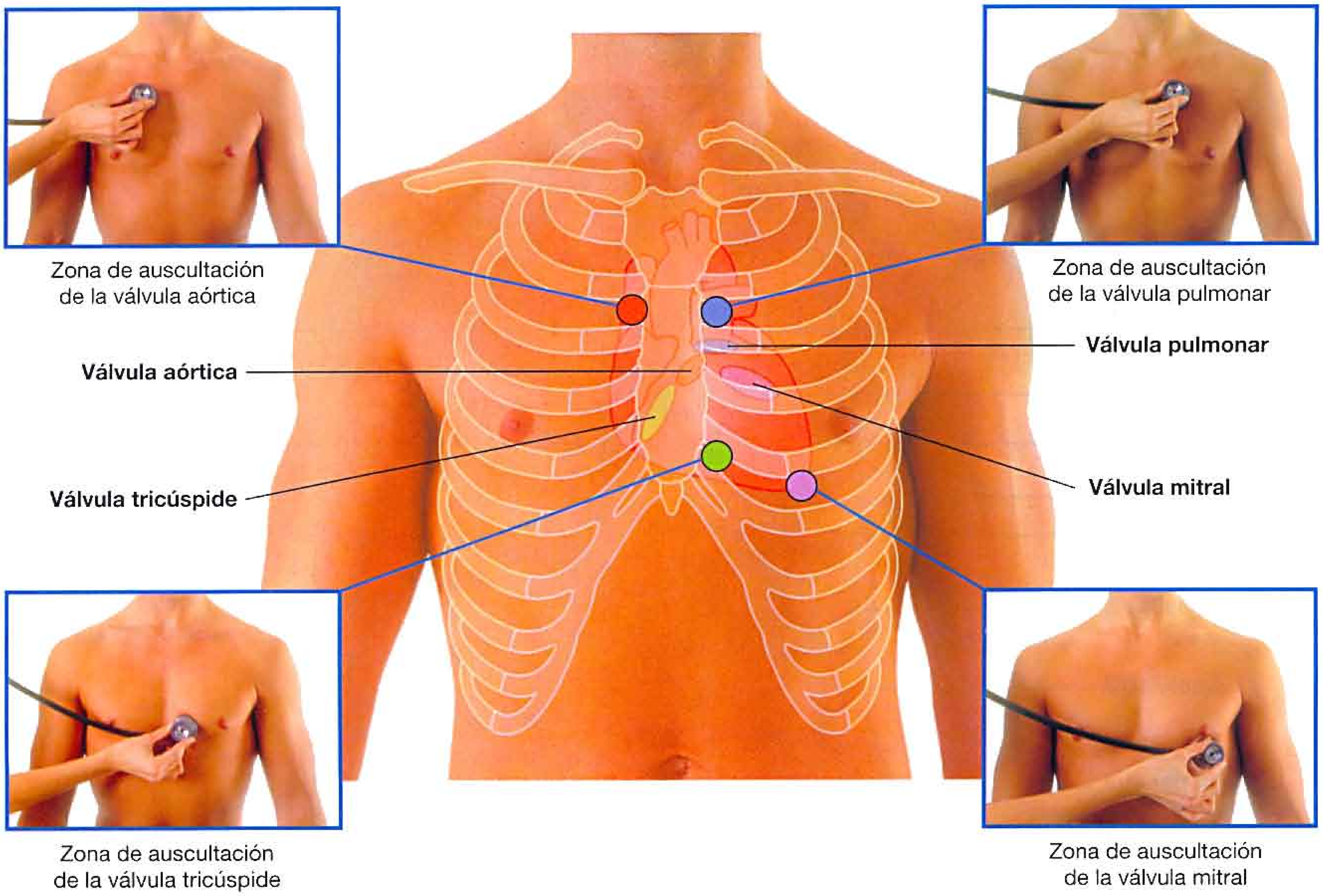


Fig. 3.103 Visión anterior de la pared torácica de un hombre que muestra las estructuras esqueléticas, el corazón, la localización de las válvulas cardíacas y los puntos de auscultación.

Inferiormente, la pleura se refleja sobre el diafragma por encima de los márgenes costales y discurre a lo largo de la pared del tórax siguiendo el contorno de las costillas 8, 10, 12 (la costilla 8 en la línea medioclavicular, la costilla 10 en la línea medioaxilar, y la vértebra T12 posteriormente).

Los pulmones no rellenan completamente el área delimitada por las cavidades pleurales, particularmente anterior e inferiormente.

- Los recesos costomediastínicos se encuentran anteriormente, especialmente en el lado izquierdo en relación a la silueta cardíaca.
- Los recesos costodiafragmáticos se localizan inferiormente entre el margen inferior del pulmón y el margen inferior de la cavidad pleural.

En la respiración normal, el borde inferior del pulmón se desplaza a lo largo de la pared del tórax siguiendo el contorno de los niveles 6, 8 y 10 (la costilla 6 en la línea medioclavicular, la costilla 8 en la línea medioaxilar, y la vértebra T10 posteriormente). En la visión posterior, la fisura oblicua en ambos lados se localiza en la línea media cerca de la apófisis espinosa de la vértebra T4 (figs. 3.104B y 3.105). Progresa lateralmente en dirección inferior, cruzando los espacios intercostales cuarto y quinto y alcanza la costilla 6 lateralmente.

En la visión anterior, la fisura horizontal de lado derecho sigue el contorno de la costilla 4 y cartílago costal y las fisuras oblicuas en ambos lados siguen el contorno de la costilla 6 y su cartílago (fig. 3.105B).

Dónde escuchar los sonidos pulmonares

La colocación del estetoscopio para auscultar los sonidos pulmonares se muestra en la figura 3.106.

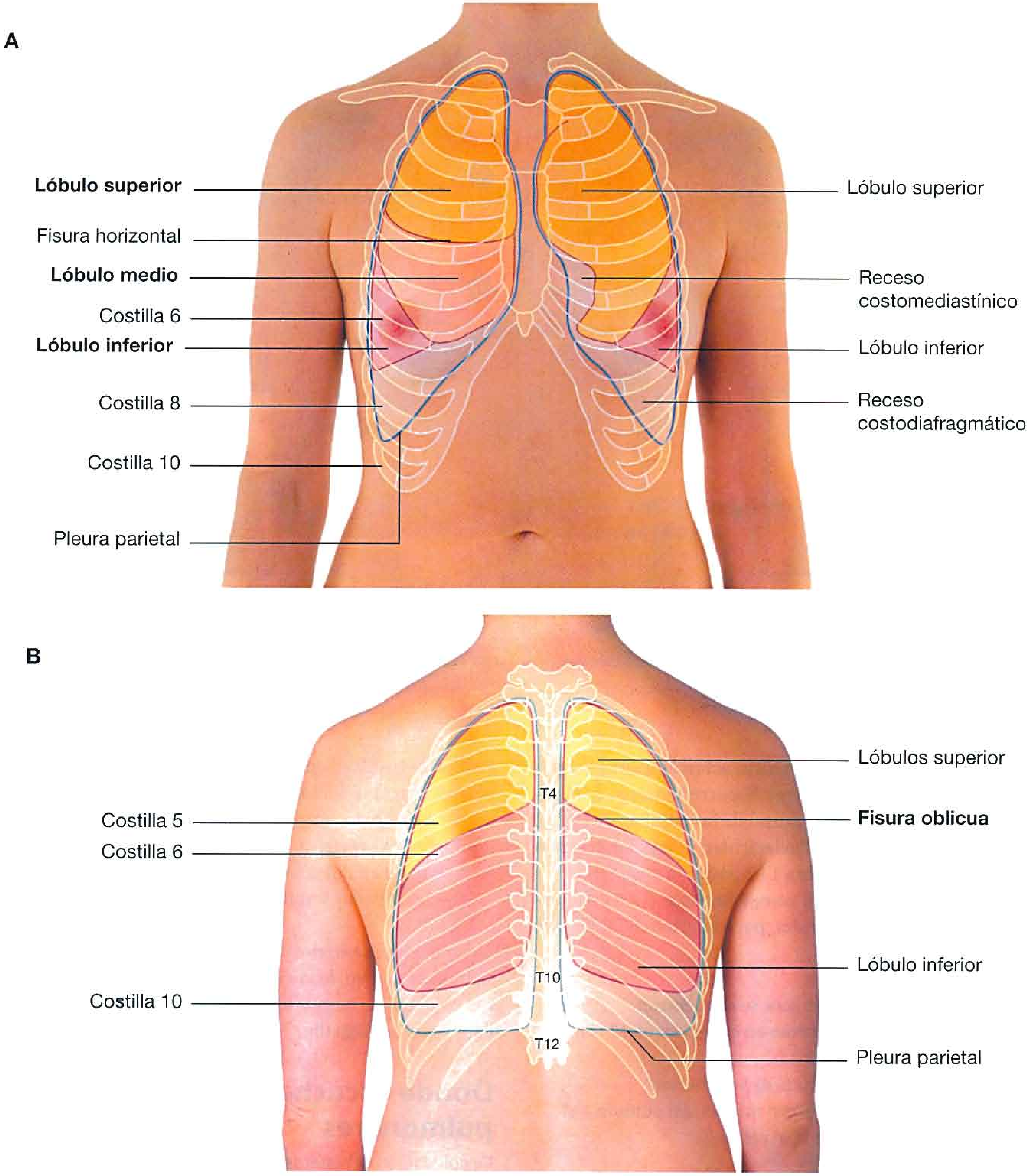
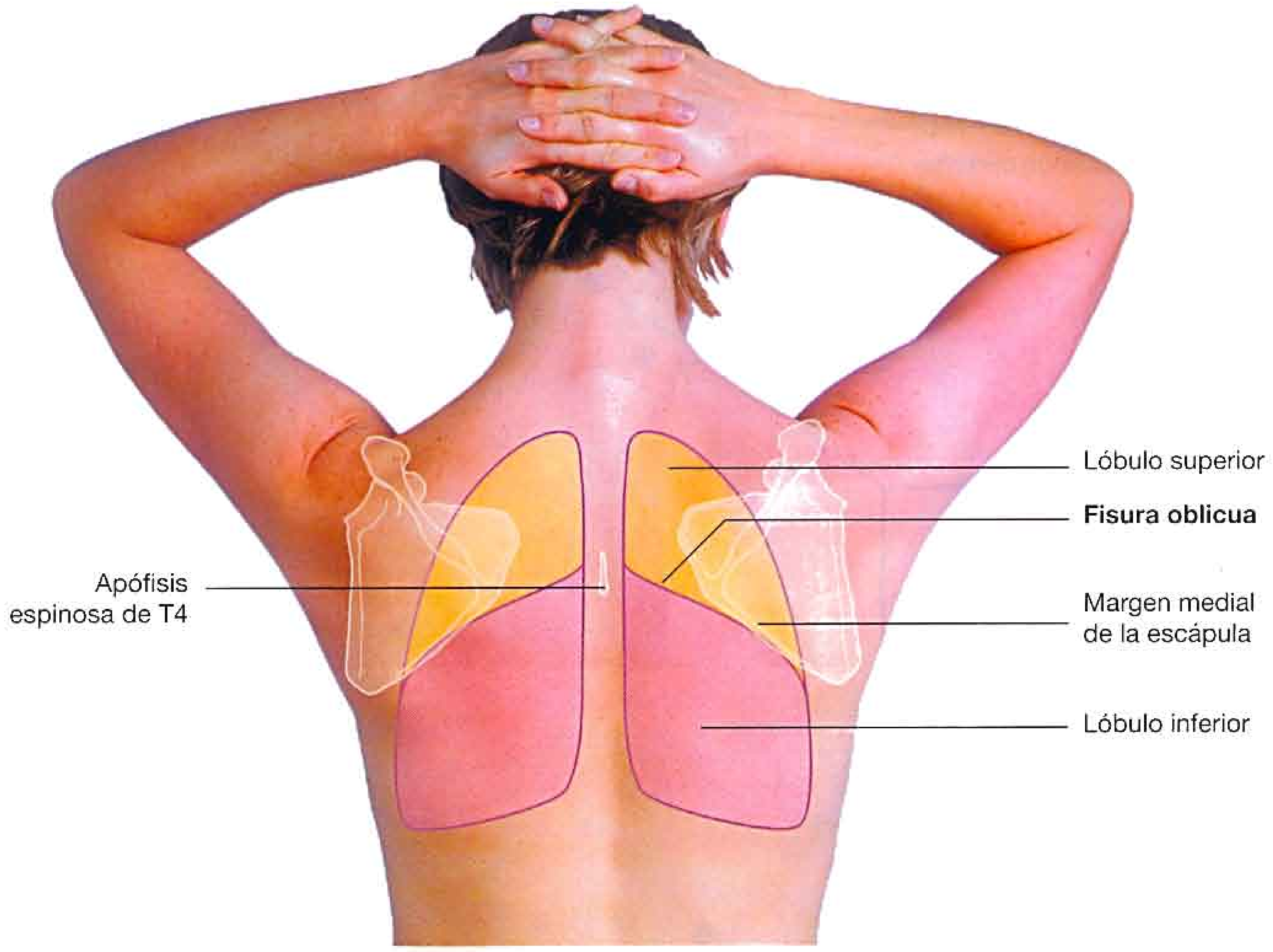


Fig. 3.104 Visiones de la pared torácica que muestran la proyección en superficie de los lóbulos y las fisuras pulmonares. **A.** Visión anterior en una mujer. En el lado derecho, se muestran los lóbulos superior, medio e inferior. En el lado izquierdo se muestran los lóbulos superior e inferior. **B.** Visión posterior en una mujer. En ambos lados se muestran los lóbulos superior e inferior. El lóbulo medio en el lado derecho no es visible.

A



B

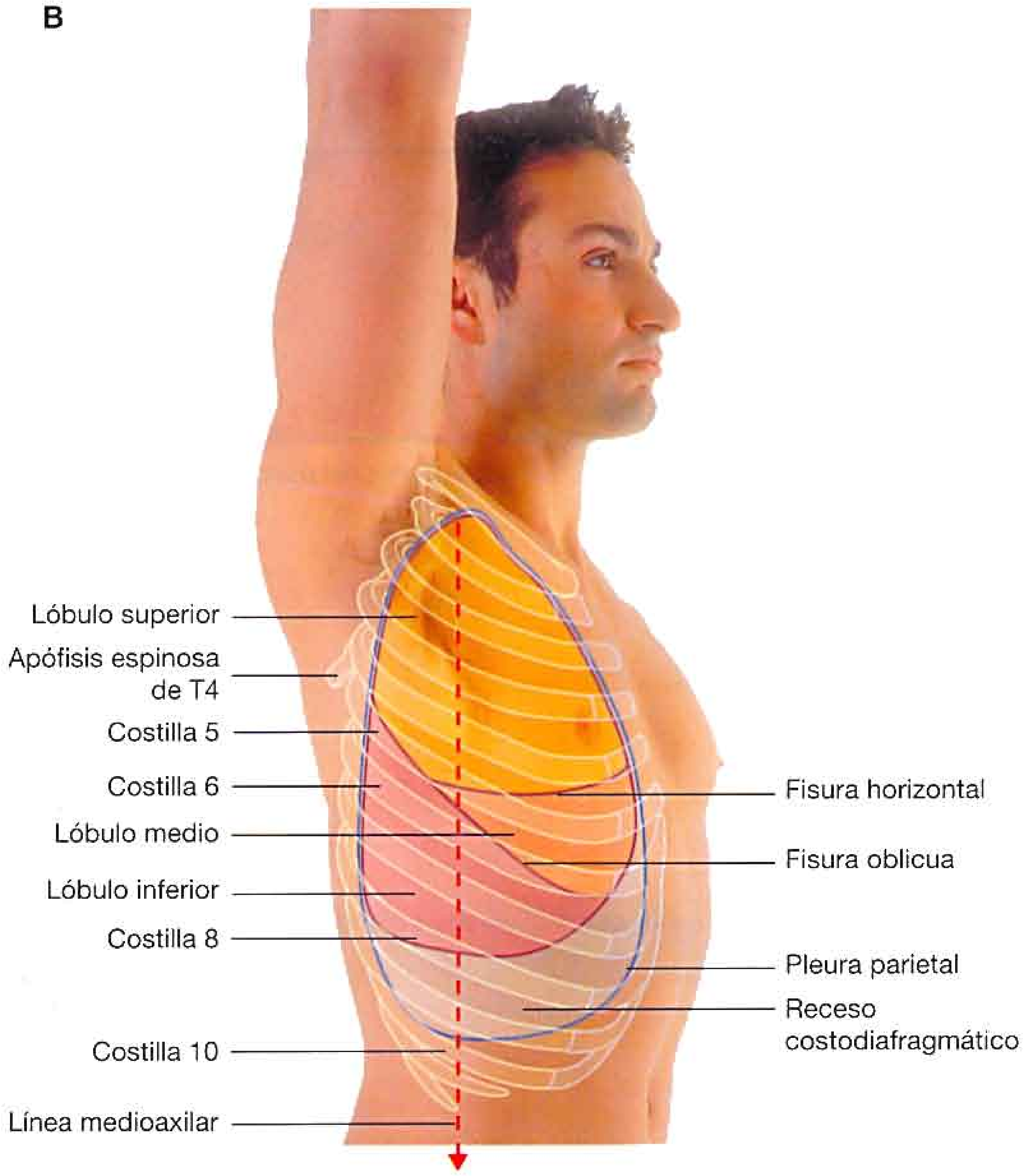


Fig. 3.105 Visiones de la pared torácica. **A.** Visión posterior en una mujer con los brazos en abducción y las manos situadas por detrás de la cabeza. En ambos lados, se muestran los lóbulos superior e inferior de los pulmones. Cuando la escápula rota a esta posición, el borde medial de la escápula queda paralelo a la situación de la fisura oblicua y se puede emplear como guía para determinar la superficie de proyección de los lóbulos superior e inferior de los pulmones. **B.** Visión lateral en un hombre con el brazo derecho en abducción. Se muestran los lóbulos superior, medio e inferior en el pulmón derecho. La fisura oblicua comienza posterior al nivel de la apófisis espinosa de la vértebra T4, desciende cruzando la costilla 4, el cuarto espacio intercostal y la costilla V. Cruza el quinto espacio intercostal a nivel de la línea medioaxilar y continúa anteriormente a lo largo del contorno de la costilla 6. La fisura horizontal cruza la costilla V en el espacio medioaxilar y continúa anteriormente, cruzando el cuarto espacio intercostal y siguiendo el contorno de la costilla 4 y su cartílago costal hasta el esternón.

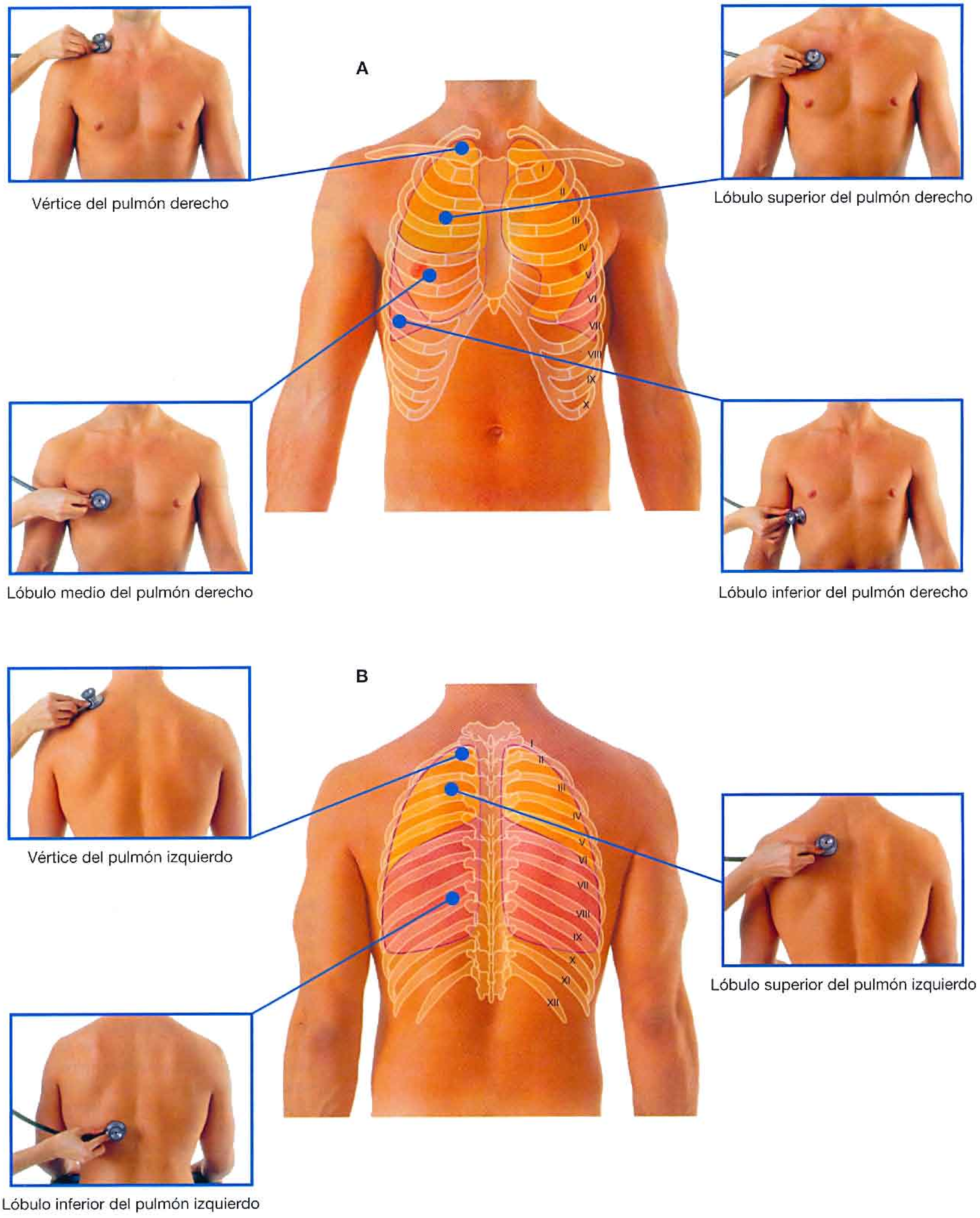


Fig. 3.106 Visiones de la pared torácica de un hombre con la posición en que se coloca el estetoscopio para auscultar los lóbulos pulmonares. **A.** Visión anterior. **B.** Visión posterior.

Casos clínicos

Caso 1

Costilla cervical

Un hombre joven presenta manchas negras en la punta de sus dedos de la mano izquierda. Se realizó el diagnóstico clínico de émbolos plaquetarios y se buscó la fuente de los mismos.

Los émbolos se pueden originar en muchos sitios. Son coágulos y restos de tejidos, generalmente plaquetas, que se desplazan desde su sitio de origen hasta localizarse en un pequeño vaso que pueden llegar a ocluir. Los émbolos arteriales pueden nacer de cualquier zona del lado izquierdo del corazón y de las arterias hasta el órgano afectado. La valvulopatía por fiebre reumática hace que las válvulas aórtica y mitral sean más susceptibles a la infección. Esto se conoce como endocarditis infecciosa. En las embolias sépticas las bacterias crecen en las válvulas y se desprenden hacia la circulación periférica.

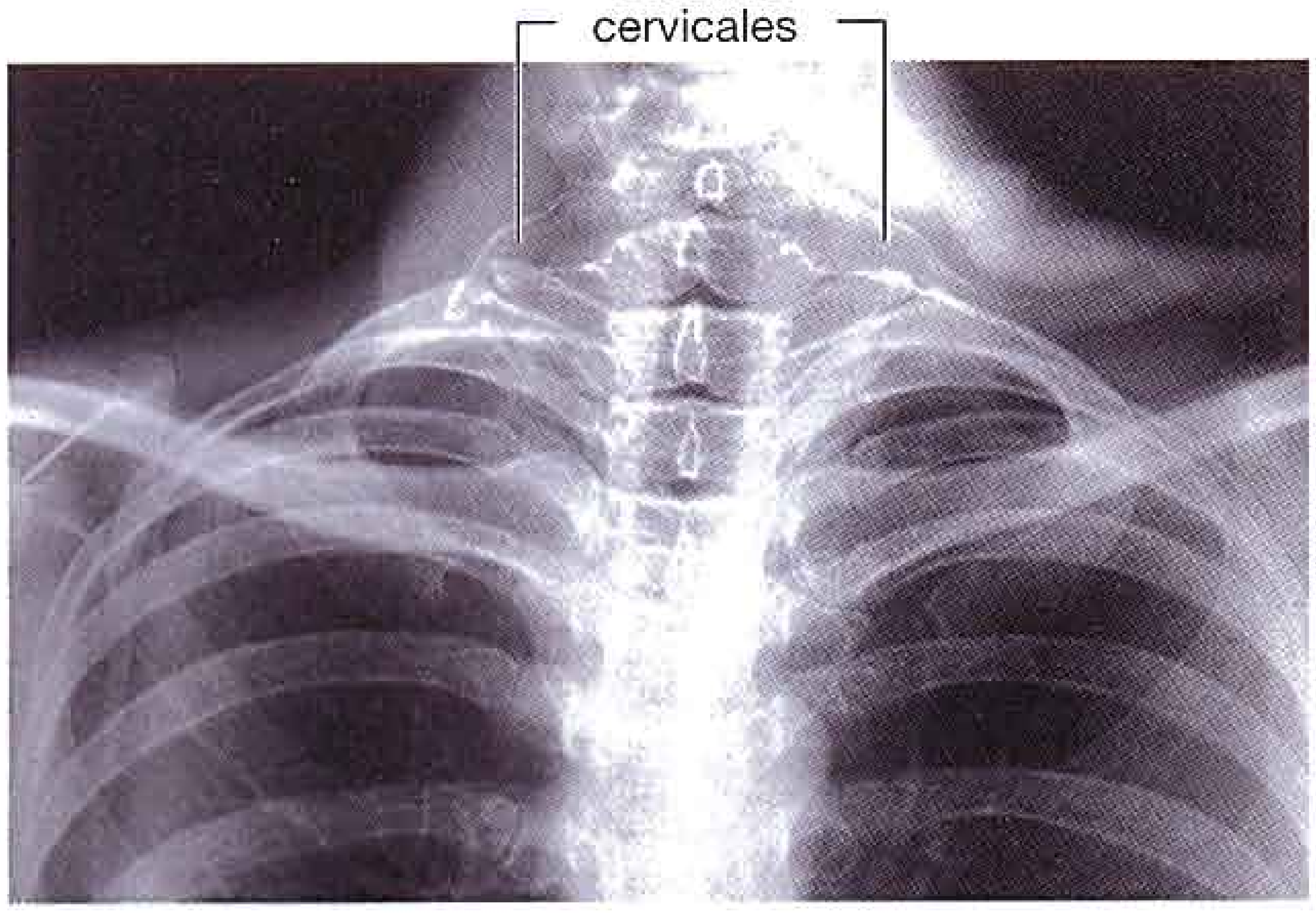


Fig. 3.107 Radiografía de cuello que muestra costillas cervicales bilaterales.

La radiografía simple de columna cervical muestra la existencia de una costilla cervical (fig. 3.107).

Las costillas cervicales pueden producir tres tipos distintos de patología:

- *Compresión arterial y embolia: la costilla (o banda) en la superficie inferior de la parte distal de la arteria subclavia reduce el diámetro del vaso y permite la formación de corrientes turbulentas. Las plaquetas se agregan y puede aparecer una placa de ateroma en esta zona. Estos restos se pueden desprender y fluir en sentido distal en el interior de las arterias de los miembros superiores y bloquear el flujo sanguíneo a los dedos y la mano, fenómeno que se conoce como embolia distal.*
- *La compresión del nervio T1, la raíz T1 que normalmente pasa por encima de la primera costilla, también es desplazada hacia arriba, el paciente puede experimentar trastornos sensitivos en el lazo medial del antebrazo y atrofia de la musculatura intrínseca de la mano.*
- *La compresión de la vena subclavia, esto puede producir una trombosis de la vena axilar.*

Una ecografía Doppler mostró la existencia de una estenosis grave de la arteria subclavia en el borde lateral de la costilla con un flujo anómalo distal a la estenosis. En esta zona de flujo anómalo existían signos de la existencia de trombos adheridos a la pared del vaso.

En este paciente se realizó la resección quirúrgica de la costilla cervical y los síntomas desaparecieron.

Caso 2

Cáncer de pulmón

Un hombre de 52 años presentaba cefalea y disnea. También presentaba tos con esputos hemoptoicos. La exploración física reveló la presencia de múltiples venas dilatadas en torno al cuello. Una radiografía de tórax mostró una elevación del diafragma del lado derecho y una masa tumoral que se pensó que era un carcinoma broncogénico primario.

Analizando los hallazgos clínicos y aplicando los conocimientos anatómicos, se puede deducir la localización del tumor.

Las múltiples venas dilatadas en torno al cuello indican la existencia de obstrucción venosa. Las venas están dilatadas a ambos lados del cuello, lo que implica que la obstrucción afecta a un vaso común, la vena cava superior. Anterior a la vena cava superior en el lado derecho se encuentra el nervio frénico que inerva el diafragma. Debido a la elevación del diafragma, que sugiere la existencia de una parálisis, resulta evidente que el nervio frénico ha resultado afectado por el tumor.

Caso 3

Herida en el tórax

Un hombre de 35 años de edad recibió un disparo durante un robo a mano armada. La herida de entrada de la bala estaba en el cuarto espacio intercostal derecho, por encima del pezón. Se realizó una radiografía de tórax al ingreso en el servicio de urgencias que mostraba un colapso completo del pulmón.

Otra radiografía realizada 20 minutos más tarde mostró un nivel de aire/líquido en la cavidad pleural (fig. 3.108).

En la cavidad pleural pueden tener lugar tres procesos patológicos frecuentes.

- *Si se introduce aire en la cavidad pleural se desarrolla un* ***neumotórax*** *y el pulmón se colapsa debido a su propia recuperación elástica. El espacio pleural se llena de aire que puede comprimir más el pulmón. La mayoría de los pacientes con colapso de un pulmón no suelen tener dificultades respiratorias. Bajo ciertas condiciones, el aire puede entrar en la cavidad pleural a tal velocidad que puede empujar el mediastino hacia el lado opuesto del tórax. Esto se denomina* ***neumotórax a tensión*** *y es potencialmente letal, requiriendo tratamiento urgente mediante la inserción de un tubo de tórax intercostal para extraer el aire. Las causas más frecuentes de neumotórax son las fracturas costales y las lesiones pulmonares por ventilación con presión positiva.*
- *La cavidad pleural se puede llenar de líquido (derrame pleural) y esto puede estar asociado a numerosas enfermedades (p. ej., infecciones pulmonares, cáncer, sepsis abdominal). Es importante aspirar el líquido en estos pacientes para aliviar las dificultades respiratorias y para realizar estudios analíticos del líquido para establecer su origen.*
- *Los traumatismos torácicos graves pueden producir un hemoneumotórax. Se debe colocar un tubo para extraer la sangre y el aire que ha entrado en el espacio pleural y prevenir las dificultades respiratorias.*

Este paciente debe ser tratado para drenar el aire o el líquido o ambos.

Se puede acceder al espacio pleural mediante una aguja insertada entre las costillas. En un adulto sano normal, el espacio pleural es virtualmente inexistente; por tanto, cualquier intento de introducir una aguja en este espacio es improbable que tenga éxito y este procedimiento puede lesionar el pulmón subyacente.

Antes de introducir cualquier tipo de tubo, se debe anestesiar correctamente la costilla mediante infiltración debido a que el periostio es extremadamente sensible. El drenaje intercostal debe pasar directamente por encima de la costilla. Su inserción por debajo del borde inferior de la costilla puede lesionar la arteria, vena y nervio, que quedan en el interior del pedículo neurovascular.

Los lugares apropiados para la inserción de un tubo de tórax son:

- *La línea mediaxilar en el quinto espacio intercostal.*
- *En la línea medioclavicular en el segundo espacio intercostal.*

Estas posiciones se determinan mediante la palpación del ángulo del esternón, que es el punto de articulación con la costilla 2. Contando hacia abajo se puede establecer el número de la costilla y por simple observación, se puede determinar el punto en la línea medioclavicular y medioaxilar. La inserción de cualquier tubo o aguja por debajo del nivel de la costilla V tiene un considerable riesgo de atravesar los recesos pleurales e introducir la aguja o tubo en el interior del hígado o bazo, dependiendo del lado de inserción.

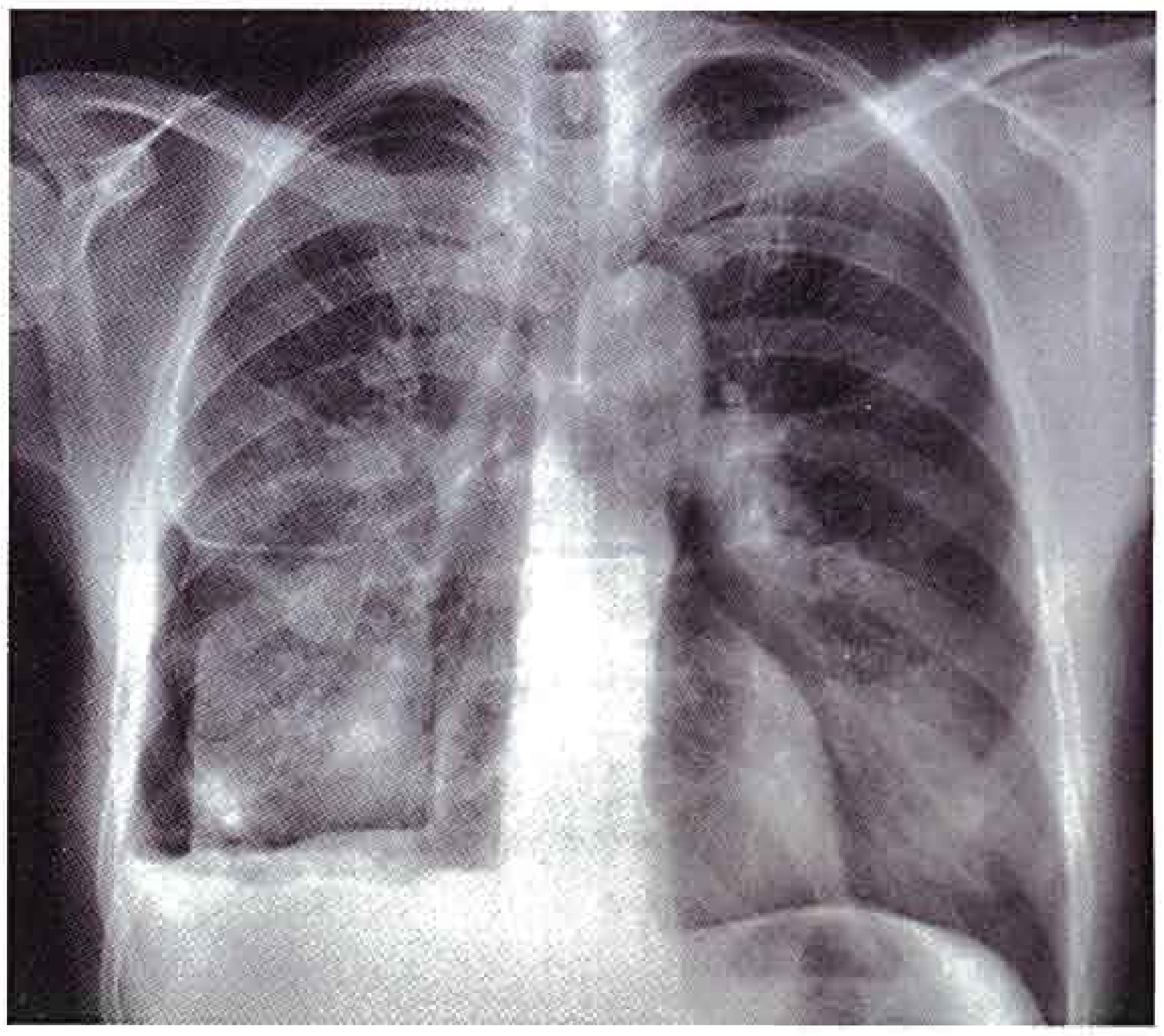


Fig. 3.108 Radiografía de tórax mostrando un nivel de aire/líquido en la cavidad pleural.

Caso 4

Infarto de miocardio

Un hombre de 65 años de edad ingresó en el servicio de urgencias con un dolor centrotorácico grave que se irradiaba al cuello y fundamentalmente al brazo izquierdo. Presentaba sobrepeso y era muy fumador.

A la exploración tenía un color grisáceo y sudoroso. Su presión arterial era de 74/40 mmHg (valores normales 120/80 mmHg). Se realizó un electrocardiograma (ECG) que mostró un infarto de miocardio anterior. Un ecocardiograma urgente mostró una mala función ventricular. La angiografía mostró la oclusión de un vaso (fig. 3.109A y 3.109B).

En este paciente se realizó un bypass coronario mediante injerto arterial de urgencia y tuvo una recuperación excelente. En la actualidad ha perdido peso, ha dejado de fumar y practica ejercicio con regularidad.

Cuando mueren las células cardíacas durante un infarto de miocardio se estimulan las fibras dolorosas (aferencias viscerales). Estas fibras sensitivas viscerales siguen el recorrido de las fibras simpáticas que inervan el corazón y entran en la médula espinal entre los niveles T1 y T4. A este nivel, las fibras somáticas aferentes de los nervios espinales T1 a T4 también entran en la médula espinal a través de las raíces posteriores. Ambos tipos de aferencias (somáticas y viscerales) hacen sinapsis con interneuronas, que a su vez hacen sinapsis con segundas neuronas cuyas fibras cruzan la médula y después ascienden a las áreas somatosensoriales del cerebro que representan los niveles T1 a T4. El cerebro no es capaz de distinguir claramente entre la distribución sensitiva visceral y la distribución sensitiva somática y, por tanto, el origen del dolor se atribuye más a las zonas somáticas que a los órganos (corazón, fig. 3.109C)

El paciente presentaba disnea debido a que presentaba una mala función ventricular.

Cuando el ventrículo izquierdo fracasa produce dos efectos.

- *En primer lugar, se reduce la fuerza contráctil. Esto reduce la presión de la sangre eyectada y reduce la presión sanguínea.*
- *La aurícula izquierda tiene que trabajar más para llenar el ventrículo izquierdo que fracasa. Este trabajo adicional aumenta la presión de la aurícula izquierda, que se refleja en un aumento de la presión de las venas pulmonares y esto, a su vez aumenta la presión de las vénulas pulmonares. Este aumento de la presión hace que se produzca una filtración de líquido desde los capilares al intersticio pulmonar y después a los alveolos. Este líquido se denomina edema pulmonar y restringe de forma importante el intercambio de gases. Esto se asocia a disnea.*

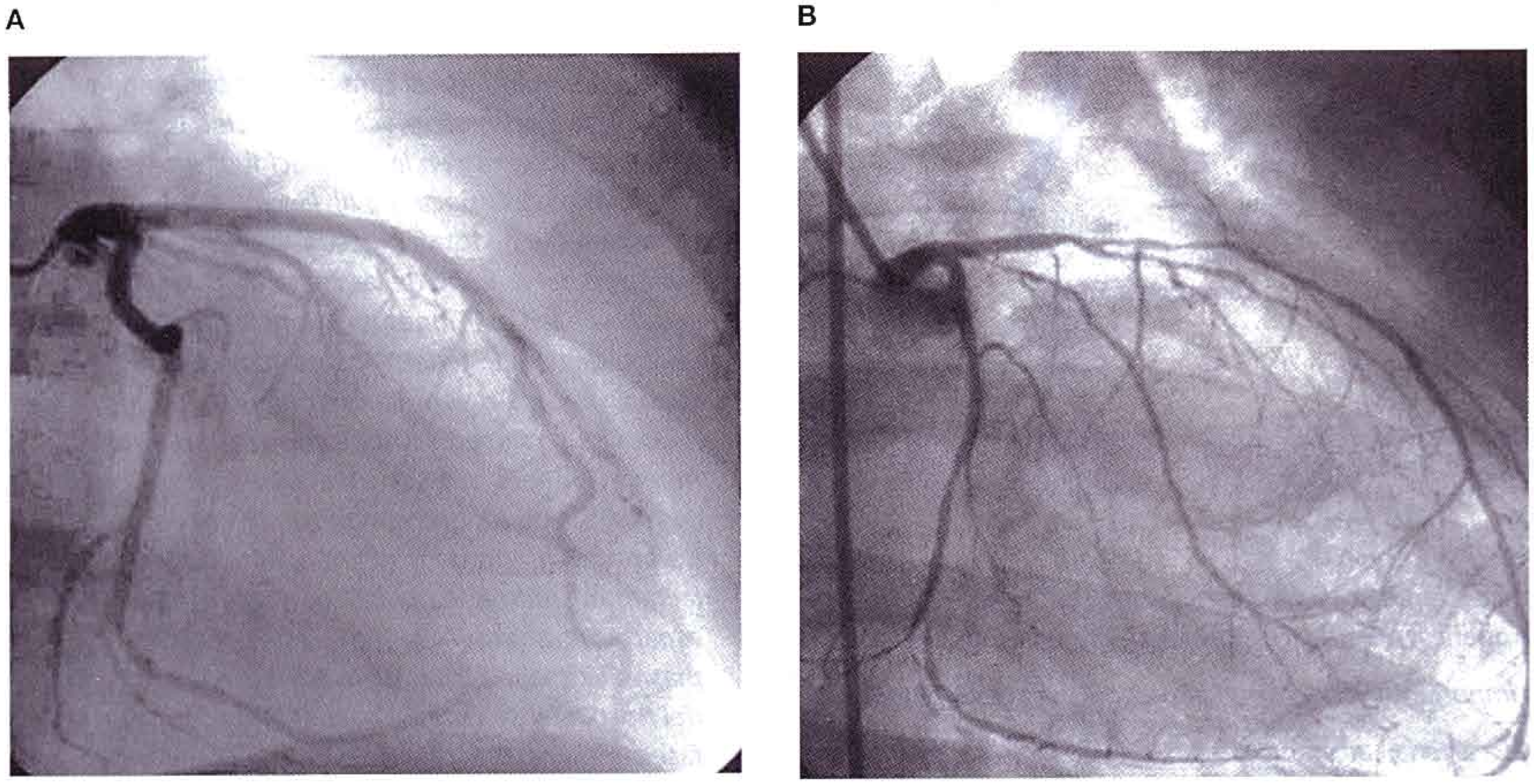


Fig. 3.109 **A.** Angiografía normal de arteria coronaria izquierda. **B.** Angiografía de esta arteria que muestra reducción del flujo debido a estenosis.

Caso 4 *(cont.)*

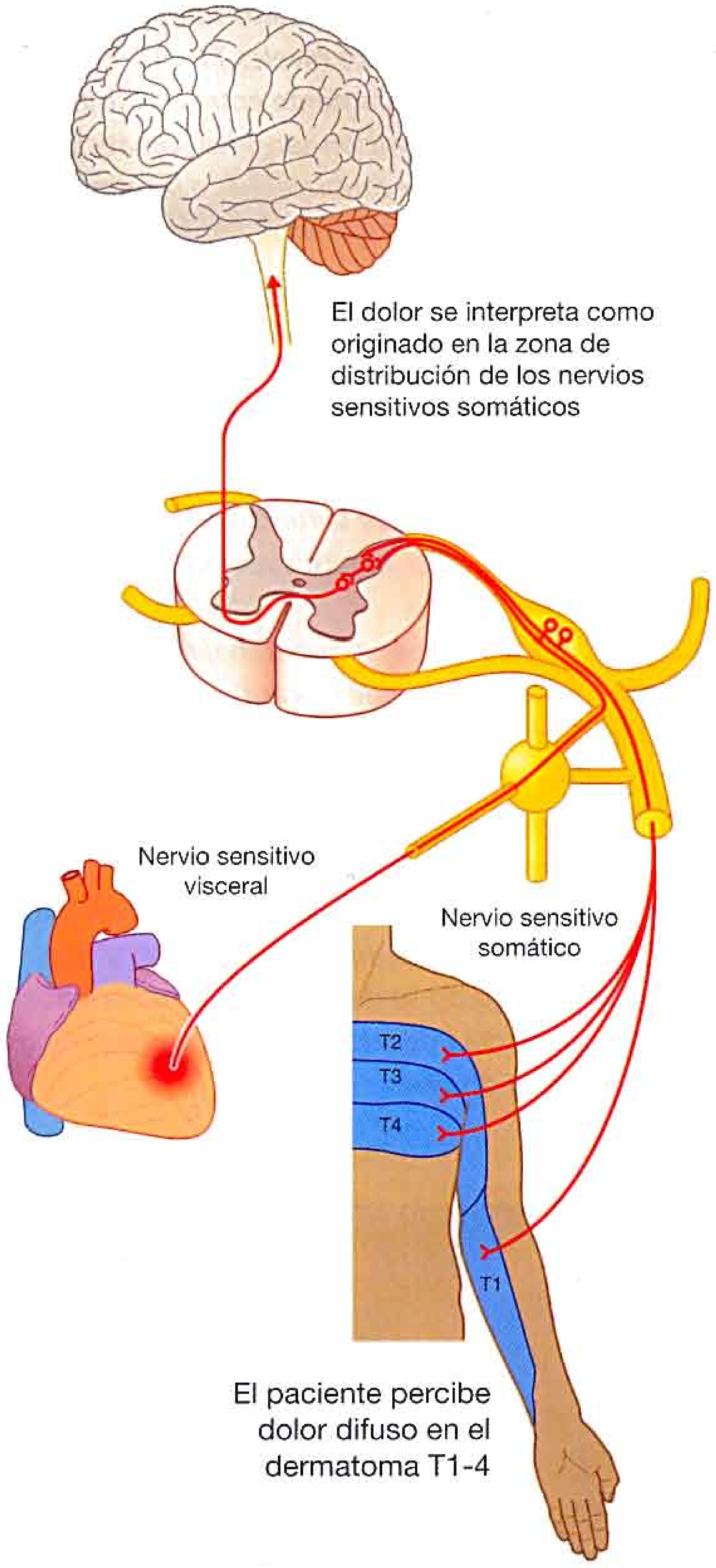


Fig. 3.109 *(cont.)* C. Mecanismo de percepción de dolor cardíaco en los dermatomas T1-4.

Este paciente presentaba una obstrucción de la arteria coronaria izquierda, como se muestra en la figura 3.109B.

Es importante conocer qué arteria coronaria está bloqueada.

- *La arteria coronaria izquierda irriga la mayor parte del lado izquierdo del corazón. El vaso principal izquierdo tiene una longitud aproximada de unos 2 cm y se divide en la arteria circunfleja, que se sitúa entre la aurícula y el ventrículo en el surco coronario, y la arteria interventricular anterior, que a menudo se denomina arteria descendente anterior izquierda (DAI).*
- *Cuando la vasculopatía afecta a la arteria coronaria derecha y se ocluye, suelen producirse alteraciones del ritmo cardíaco debido a que los nódulos sinoauricular y auriculoventricular son irrigados fundamentalmente por la arteria coronaria derecha.*

Cuando llegó este paciente, se evaluó su función miocárdica mediante ECG, ecocardiografía y angiografía.

Cuando se recibe a un paciente hay que valorar la función miocárdica.

Después de obtener una historia clínica y realizar una exploración física, se realiza un diagnóstico diferencial de la causa de la insuficiencia cardíaca. La valoración objetiva de la función miocárdica y valvular se realiza del siguiente modo:

- **ECG/EKG (electrocardiografía)** *consiste en una serie de trazados eléctricos que se obtienen a lo largo de los ejes largo y corto del corazón que muestran la frecuencia cardíaca, el ritmo y los defectos de conducción. Además, muestra la función global de los lados derecho e izquierdo del corazón y los puntos de disfunción. Los cambios específicos del ECG se relacionan con las áreas del corazón que han sido afectadas por un infarto de miocardio. Por ejemplo, una oclusión de la arteria coronaria derecha produce un infarto en el área de miocardio que irriga, que es predominantemente la cara inferior; por tanto se denomina infarto de miocardio inferior. Los cambios en el ECG se observan en las derivaciones que visualizan la cara inferior del miocardio (II, III y aVF).*
- **La radiografía de tórax** *muestra la silueta cardíaca y el aumento del tamaño de las cámaras. Un cuidadoso estudio de los pulmones mostrará la presencia de un exceso de líquido (edema pulmonar), que aparece cuando fracasa el ventrículo izquierdo y puede producir un marcado compromiso respiratorio y la muerte a menos que sea tratado de forma rápida.*
- **Los análisis de sangre:** *el corazón libera enzimas durante el infarto de miocardio, denominadas lactato deshidrogenada (LDH), creatincinasa (CK) y aspartato transaminasa (AST). Estas enzimas plasmáticas son fáciles de medir en el laboratorio del hospital y se emplea para el diagnóstico en las fases iniciales. También se puede estudiar otras enzimas específicas denominadas isoenzimas (isoenzima MB de la creatincinasa, CKMB). Entre los nuevos análisis se encuentra el estudio de la troponina (componente específico del miocardio), que se libera*

Caso 4 *(cont.)*

cuando hay muerte de células miocárdicas durante el infarto.

- **Prueba de esfuerzo:** *los pacientes están monitorizados mediante ECG y realizan ejercicio en una cinta. Pueden descubrirse zonas de isquemia, o bajo flujo sanguíneo, lo que permite localizar la alteración vascular.*
- **Medicina nuclear:** *el talio (isótopo radiactivo emisor de rayos X) y sus derivados son análogos del potasio. Se emplean para estudiar las áreas de isquemia coronaria. Si no se observan zonas de captación en el miocardio cuando se administran estas sustancias al paciente esto significa que ese miocardio está necrosado.*
- **Angiografía coronaria:** *se introducen pequeños catéteres arteriales desde una punción en la arteria femoral, a través de la arteria femoral y la aorta y hasta el origen de los vasos coronarios. Se inyecta un medio de contraste radiológico para mostrar los vasos coronarios y sus ramas más importantes. Si existe un estrechamiento (estenosis), se puede realizar una angioplastia. En la angioplastia se introduce un pequeño balón a través de las zonas estrechas y se infla para dilatar el vaso y evitar así la isquemia coronaria y el infarto de miocardio.*

Caso 5

Fallo del marcapasos

Una mujer mayor ingresó en el servicio de urgencias con una fracaso cardíaco grave. Tenía un marcapasos en el lado izquierdo que había sido colocado por una arritmia (fibrilación auricular rápida) muchos años antes. Un ECG demostró la presencia de fibrilación auricular rápida. La radiografía de tórax mostraba que el alambre del marcapasos estaba roto a nivel de la clavícula.

El conocimiento anatómico de esta región del tórax explica por qué se rompió el cable.

Muchos pacientes portan marcapasos. El cable sale del marcapasos que queda en posición subcutánea sobre el músculo pectoral mayor y sigue por debajo de la piel para atravesar la vena axilar justo por debajo de la clavícula, lateral al músculo subclavio. El cable pasa a lo largo de la vena subclavia, braquiocefálica, cava superior, aurícula derecha y se apoya en la pared del ventrículo derecho (donde puede estimular la contracción cardíaca). Si el alambre atraviesa la vena axilar directamente adyacente al músculo subclavio es posible que después de muchos años los movimientos del hombro, las tensiones del músculo subclavio rompan el alambre produciendo el fallo del marcapasos. Se debe hacer todo lo posible para colocar el alambre lo más lateralmente posible en la primera porción de la vena axilar.

Caso 6

Coartación de la aorta

Un hombre de 20 años fue al médico de cabecera por tos. La radiografía de tórax mostraba unas escotaduras radiotransparentes a lo largo de los bordes inferiores de las costillas 3 a 6 (fig. 3.110). Fue remitido al cardiólogo que realizó el diagnóstico de una coartación de aorta. Las escotaduras costales eran producidas por la dilatación de las arterias intercostales colaterales.

La coartación de la aorta es un estrechamiento de la aorta distal a la arteria subclavia. Esta estenosis reduce significativamente el flujo sanguíneo a la parte inferior del cuerpo. Muchos de los vasos por encima de la estenosis se dilatan debido al aumento de presión que se produce para que la sangre pueda superar la zona de estenosis. Generalmente, se suelen dilatar en la zona anterior la arteria torácica interna, la epigástrica superior y las musculofrénicas. Estas arterias se unen a las arterias intercostales anteriores que se anastomosan con las arterias intercostales posteriores que permiten que la sangre refluya de forma retrógrada hacia la aorta.

La primera y segunda arterias intercostales posteriores provienen del tronco costocervical, que nace de la arteria subclavia proximalmente a la coartación, de forma que no se dilata y no produce escotaduras en las costillas.

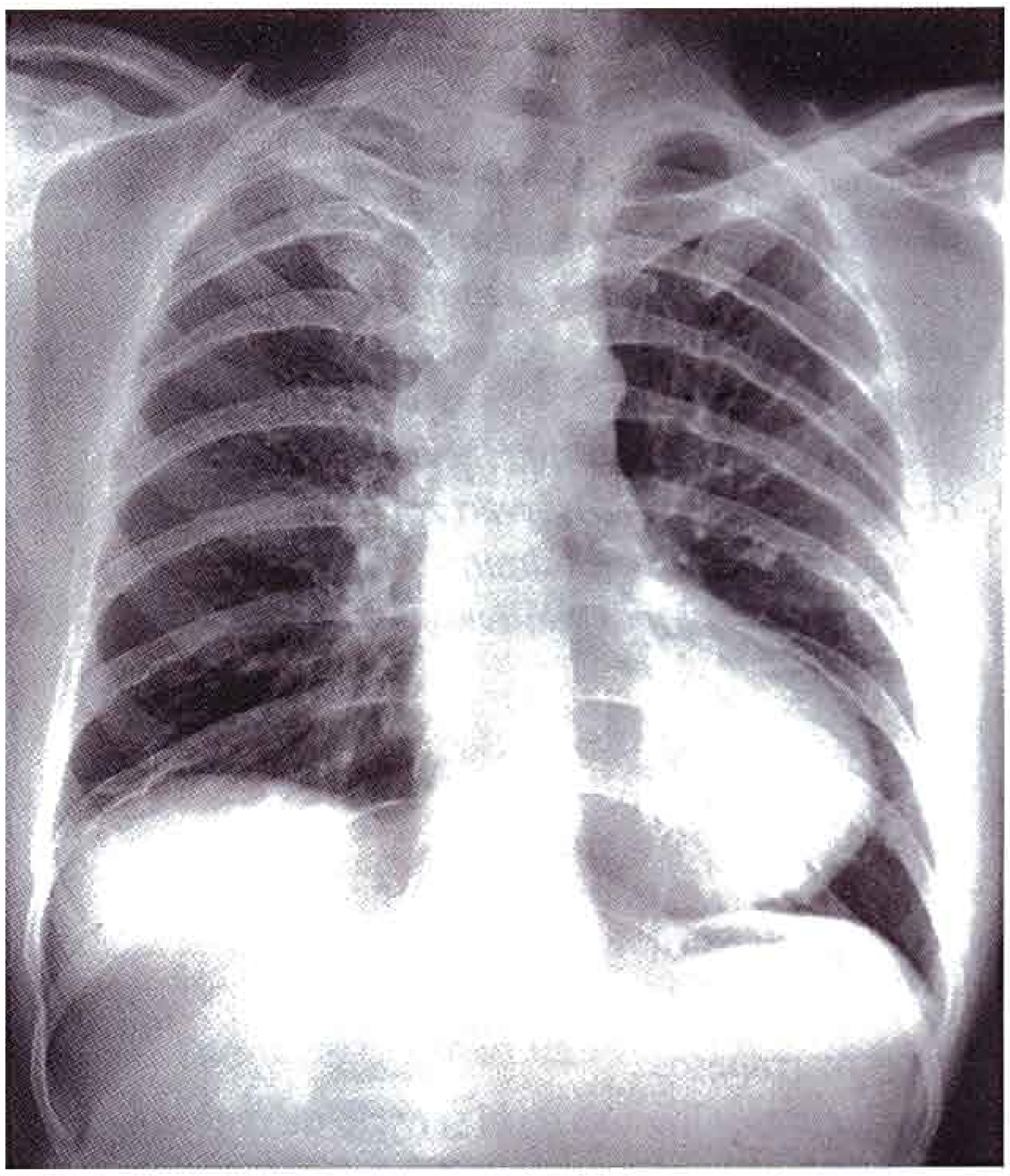


Fig. 3.110 Radiografía de tórax que muestra indentaciones radiotranslúcidas a lo largo del borde inferior de las costillas 3 a 6.

Caso 7

Disección de la aorta torácica

Un hombre de 70 años refería un dolor grave interescapular. Ingresó en el hospital donde se realizó el diagnóstico de disección de aorta torácica. La localización de la disección era la zona media del tórax sin reentrada. Durante las siguientes 12 horas el brazo izquierdo del paciente se quedó frío y sin pulso y se desarrolló una paraplejía completa de las piernas. Según los síntomas del paciente, se había producido una extensión de la disección, tanto craneal como caudal. La disección ocluyó el origen de la arteria subclavia izquierda que produjo dolor y ausencia de pulsos en el brazo izquierdo. Una mayor extensión hubiera comprometido a la arteria carótida común y al tronco braquiocefálico.

Es necesario un conocimiento detallado de la vascularización de la médula espinal para comprender la paraplejía. Dos regiones de la médula espinal reciben aportes suplementarios. Una arteria importante es la radicular magna (arteria espinal de Adamkiewicz), que suele nacer directamente de una arteria lumbar superior o de la duodécima arteria intercostal izquierda pero su origen es altamente variable. Este vaso proporciona flujo a las arterias espinales; su interrupción puede producir paraplejía, como es este caso.

Caso 8

Neumonía

Un varón de 35 años acudió a su médico de familia con una historia de pérdida de peso (7 kilos en los 2 meses previos). También refería tos con estrías de sangre en el esputo (hemoptisis) y dolor en hemitórax izquierdo. Desde hace tiempo presenta sudoración significativa, especialmente por la noche, que hacia necesario el cambio de sábanas.

A la exploración, el paciente presentaba febrícula y estaba taquipneico (respiración rápida). La expansión del hemitórax izquierdo estaba reducida. A la percusión del tórax existía una matidez en la zona anterior del tórax en comparación con la resonancia a la percusión en el resto del tórax. La auscultación (con un estetoscopio) reveló una disminución de los ruidos respiratorios que eran más roncos (roncus bronquial).

Se realizó el diagnóstico de infección respiratoria.

La infección pulmonar es frecuente. En la mayoría de los pacientes la infección afecta a las grandes vías aéreas y a los bronquios. Si la infección continúa, se producen exudados y trasudados que rellenan los alveolos y los lóbulos pulmonares secundarios. Por la naturaleza parcheada de este tipo de infección se denomina bronconeumonía.

Dados los hallazgos clínicos específicos en este paciente, era improbable que se tratara de una bronconeumonía.

A partir de los hallazgos clínicos estaba claro que el paciente padecía una neumonía limitada a un lóbulo. Como sólo existen dos lóbulos en el pulmón izquierdo, el diagnóstico probable era de una neumonía lobar superior izquierda.

Se obtuvo una radiografía de tórax (fig. 3.111). La radiografía posteroanterior del tórax mostró un área velada y opacificada en todo el pulmón izquierdo.

Sabiendo la posición de la cisura oblicua se explica que cualquier consolidación en el lóbulo superior izquierdo produce esta sombra velada. No suele ser necesaria una proyección lateral, pero mostraría una opacificación anterior y superior que termina de repente en la fisura oblicua.

Las neumonías del lóbulo superior son infrecuentes debido a que la mayoría de los pacientes desarrollan neumonías por gravedad. Ciertas infecciones, sin embargo, se localizan típicamente en los lóbulos medio y superior, habitualmente la tuberculosis y la histoplasmosis.

La revisión de la historia del paciente sugiere la existencia de una enfermedad crónica grave y el paciente ingresó en el hospital.

Tras el ingreso se realizó una broncoscopia y se aspiró esputo del bronquio superior izquierdo. Se cultivó en el laboratorio, se estudió al microscopio y se identificaron bacilos tuberculosos.

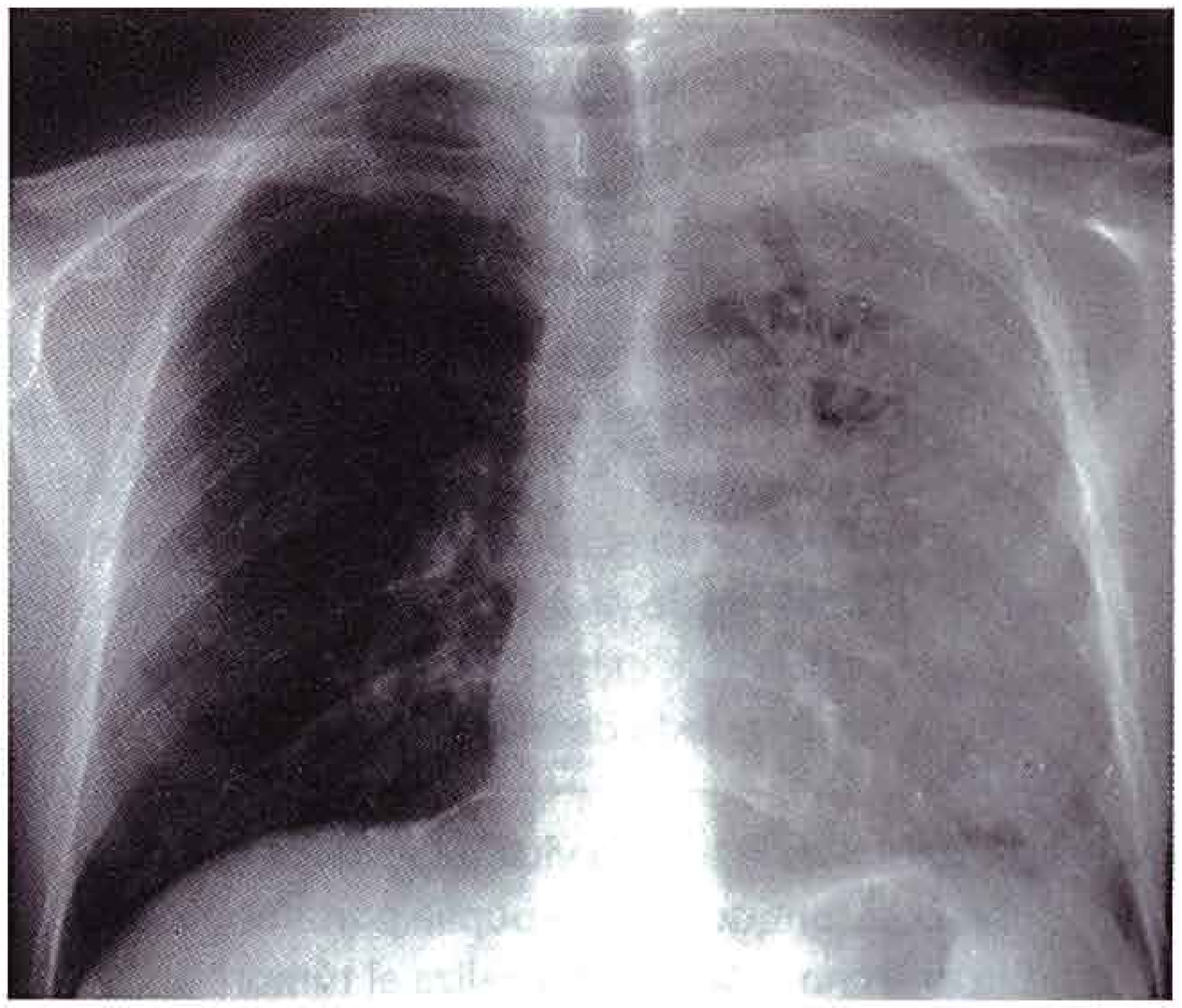


Fig. 3.111 Radiografía de tórax que muestra una infección en el lóbulo superior izquierdo.

10 preguntas cortas

1. P: Durante una mastectomía se seccionó el nervio toracodorsal. ¿Qué músculo no funcionará?

R: El nervio toracodorsal inerva al dorsal ancho, por lo que este músculo deja de funcionar. En la exploración clínica se observa una debilidad a la extensión, aducción y rotación interna del brazo.

2. P: Después de la colocación de una vía en la vena subclavia con dificultades se observó en la radiografía de tórax que el pulmón estaba colapsado. ¿Por qué?

R: El médico había perforado inadvertidamente la pleura apical y el pulmón se había colapsado subsecuentemente. Las pleuras apicales quedan por encima de la primera costilla lo que las hace vulnerable a las lesiones cuando se realizan punciones en la vena subclavia.

3. P: Un hombre joven sufrió un accidente de tráfico. Al ingreso en el hospital se realizó una radiografía de tórax que reveló la presencia de asas de intestino delgado en el lado izquierdo del tórax. ¿Por qué?

R: Un traumatismo torácico grave puede producir una ruptura del diafragma que permita que las asas del intestino delgado se introduzcan en el tórax. Esto suele producirse en el lado izquierdo. Es difícil que el intestino delgado protruya en el lado derecho del tórax debido a que el hígado descansa sobre el diafragma en el lado derecho.

4. P: Un fumador de toda la vida de 75 años de edad, presenta ronquera y una pupila puntiforme en su ojo derecho. ¿Dónde se localiza el tumor?

R: El tumor se localiza en el pulmón derecho. La ronquera está producida por una lesión del nervio laríngeo recurrente que rodea la arteria subclavia derecha. Esto permite localizar el tumor en el pulmón derecho (tumor del surco superior). Si está afectado el ganglio estrellado (fusión de los ganglios cervical inferior y primer torácico) se afecta la función simpática de la cara y cuello. Los pacientes pueden presentar una ligera ptosis (caída del párpado), piel seca y denervación simpática de la pupila, produciendo una pupila puntiforme.

5. P: Un paciente presentó una valvulopatía mitral grave y una ronquera debido a una parálisis de la cuerda vocal izquierda. Explique los signos clínicos.

R: La valvulopatía mitral, bien debida a estenosis o a insuficiencia, produce una dilatación de la aurícula izquierda. Una gran dilatación de la aurícula izquierda puede presionar en la base de la aorta y comprimir el nervio laríngeo recurrente, produciendo una parálisis de la cuerda vocal y ronquera (síndrome de Ortner).

6. P: El edema pulmonar (líquido en los intersticios pulmonares y alveolos) se observa raramente en los pacientes con derrame pericárdico. ¿Por qué?

R: El edema pulmonar se suele observar en pacientes con fracaso grave del ventrículo izquierdo. Los pacientes con derrame pericárdico desarrollan un fracaso de ambos ventrículos debido al efecto compresivo del derrame pericárdico sobre el corazón.

7. P: Durante un cateterismo cardíaco, el catéter pasó desde la aurícula derecha a la izquierda. El paciente no tenía ningún síntoma. ¿Por qué?

R: El catéter paso a través de un agujero oval permeable.

8. P: Un joven desarrolló un dolor torácico grave después de vomitar. Seis horas después murió. La autopsia reveló la rotura de la parte inferior del esófago y la presencia de contenido gástrico en el lado izquierdo del tórax. ¿Por qué?

R: La descripción del síndrome de rotura esofágica se atribuye a Boerhaave (síndrome de Boerhaave). La parte inferior izquierda del esófago queda adyacente a la parte mediastínica de la pleura parietal. El esófago se sitúa a la izquierda de la línea media y atraviesa el diafragma a nivel de T10. Por tanto las roturas del tercio inferior del esófago ocurren casi siempre hacia el interior del tórax.

9. P: Se resecó un carcinoma de esófago en un varón de 38 años. La radiografía de tórax en el postoperatorio reveló un gran derrame pleural izquierdo. Cuando se puncionó el derrame se obtuvo un líquido cremoso blanco. Explíquelo.

R: Durante la intervención el cirujano debe haber lesionado inadvertidamente el conducto torácico por encima del nivel T4. Si el conducto estuviera dañado por debajo del nivel de T4 el derrame pleural de quilo (contenido del conducto torácico) se hubiera producido en el lado derecho.

10. P: Durante la exploración física rutinaria de un niño se diagnosticó la existencia de un conducto arterioso persistente. ¿Para qué es necesario el conducto arterioso?

R: Durante la gestación la sangre fetal se oxigena en la placenta y no en los pulmones. Cuando la sangre llega a la aurícula derecha pasa a través de la ventana oval hacia la aurícula izquierda y cierta cantidad de sangre fluye al ventrículo derecho y al tronco de la pulmonar. La sangre del tronco pulmonar fluye a través del conducto arterioso hacia la aorta, sin pasar por los pulmones.

4
Abdomen

Conceptos generales 220

Anatomía regional 242

Anatomía de superficie 344

Casos clínicos 353

Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

El abdomen es una cavidad más o menos cilíndrica que se extiende desde la cara inferior del tórax a la cara superior de la pelvis y extremidades inferiores (fig. 4.1A).

La **abertura inferior del tórax** forma la abertura superior del abdomen y está cerrada por el diafragma. En la porción inferior, la pared profunda del abdomen continúa con la pared pélvica en el **estrecho superior de la pelvis**. En la superficie, el límite inferior de la pared abdominal es el límite superior de las extremidades inferiores.

La cavidad formada por la pared abdominal contiene una gran **cavidad peritoneal** única, que comunica libremente con la cavidad pélvica.

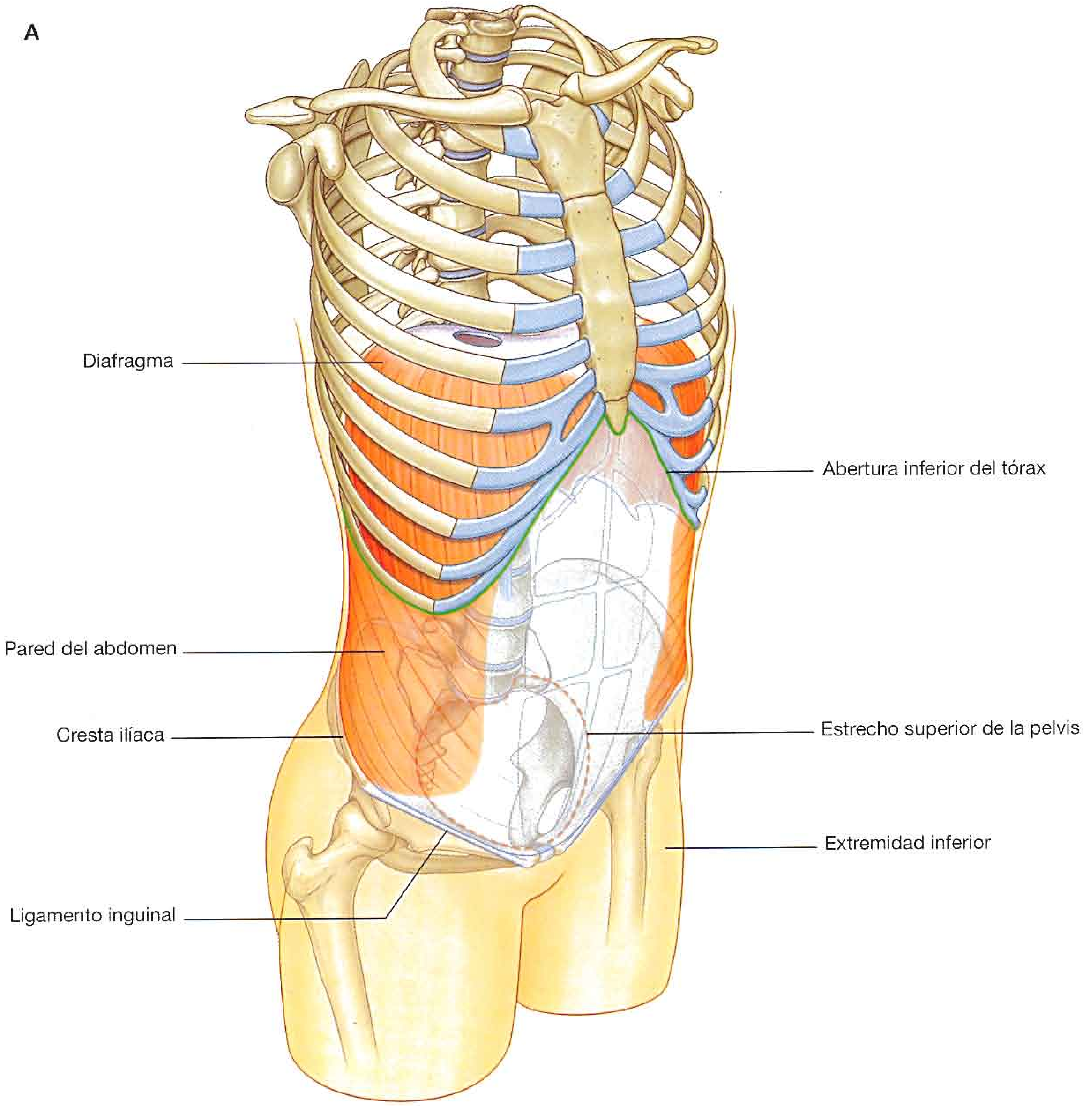


Fig. 4.1 Abdomen. **A.** Límites.

Continúa

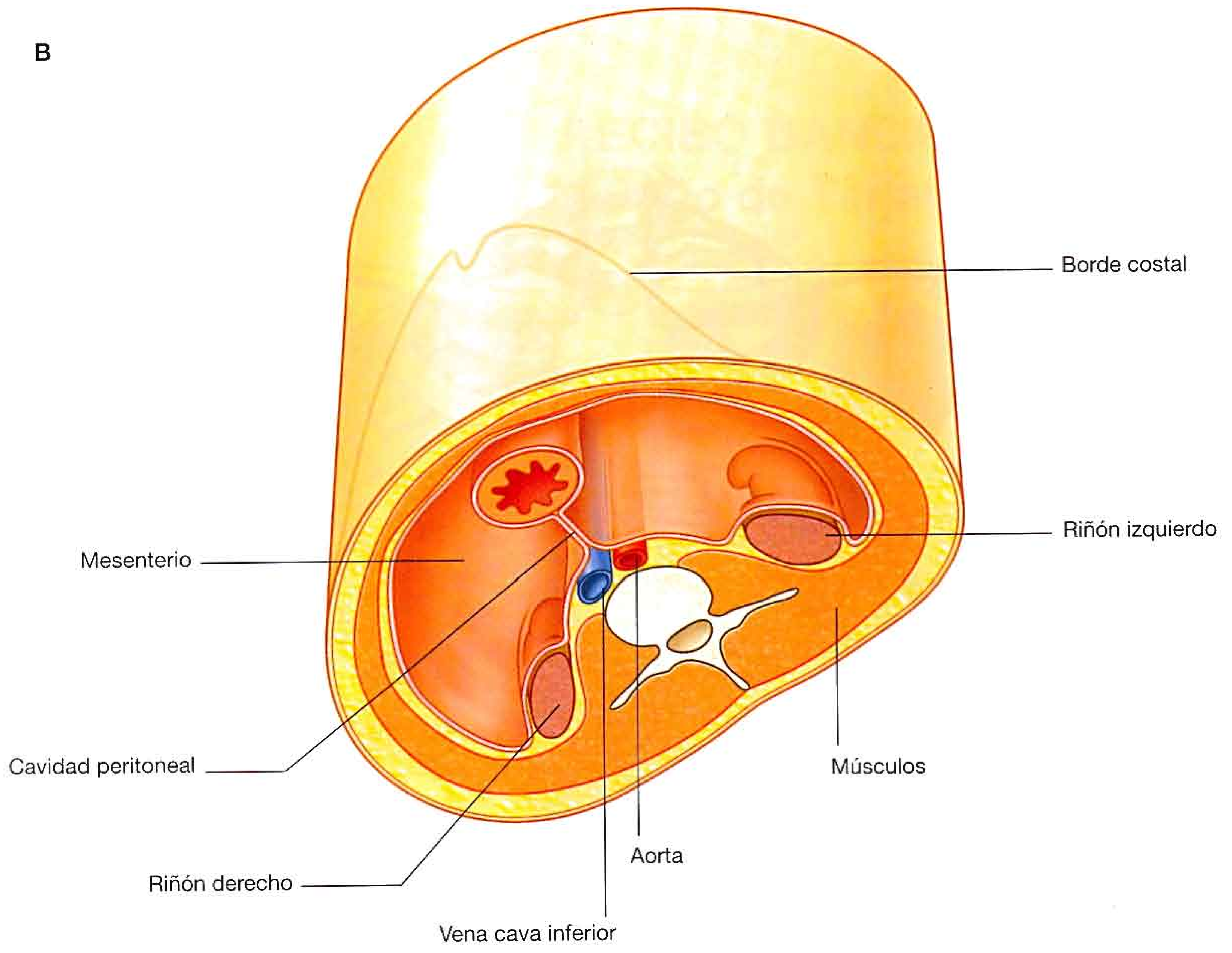


Fig. 4.1 ***(cont.)*** Abdomen. **B.** Distribución del contenido del abdomen. Vista inferior.

Las vísceras abdominales están suspendidas en la cavidad peritoneal por mesenterios o situadas entre la cavidad y la pared musculoesquelética (fig. 4.1B)

Son vísceras abdominales:

- Elementos principales del aparato digestivo: la porción terminal del esófago, el estómago, los intestinos delgado y grueso, el hígado, el páncreas y la vesícula biliar.
- El bazo.
- Parte del aparato urinario: riñones y uréteres.
- Las glándulas suprarrenales.
- Estructuras neurovasculares importantes.

FUNCIONES

Alberga y protege vísceras importantes

El abdomen alberga elementos importantes del aparato digestivo (fig. 4.2), así como el bazo y partes del aparato urinario.

La mayor parte del hígado, la vesícula biliar y el bazo, y parte del colon están debajo de las cúpulas diafragmáticas, que se extienden en la parte superior por encima del borde costal de la pared torácica, quedando protegidas estas vísceras por la pared torácica. Los polos superiores renales están protegidos por las costillas inferiores.

Las vísceras que no están bajo las cúpulas diafragmáticas están sostenidas y protegidas fundamentalmente por la pared muscular del abdomen.

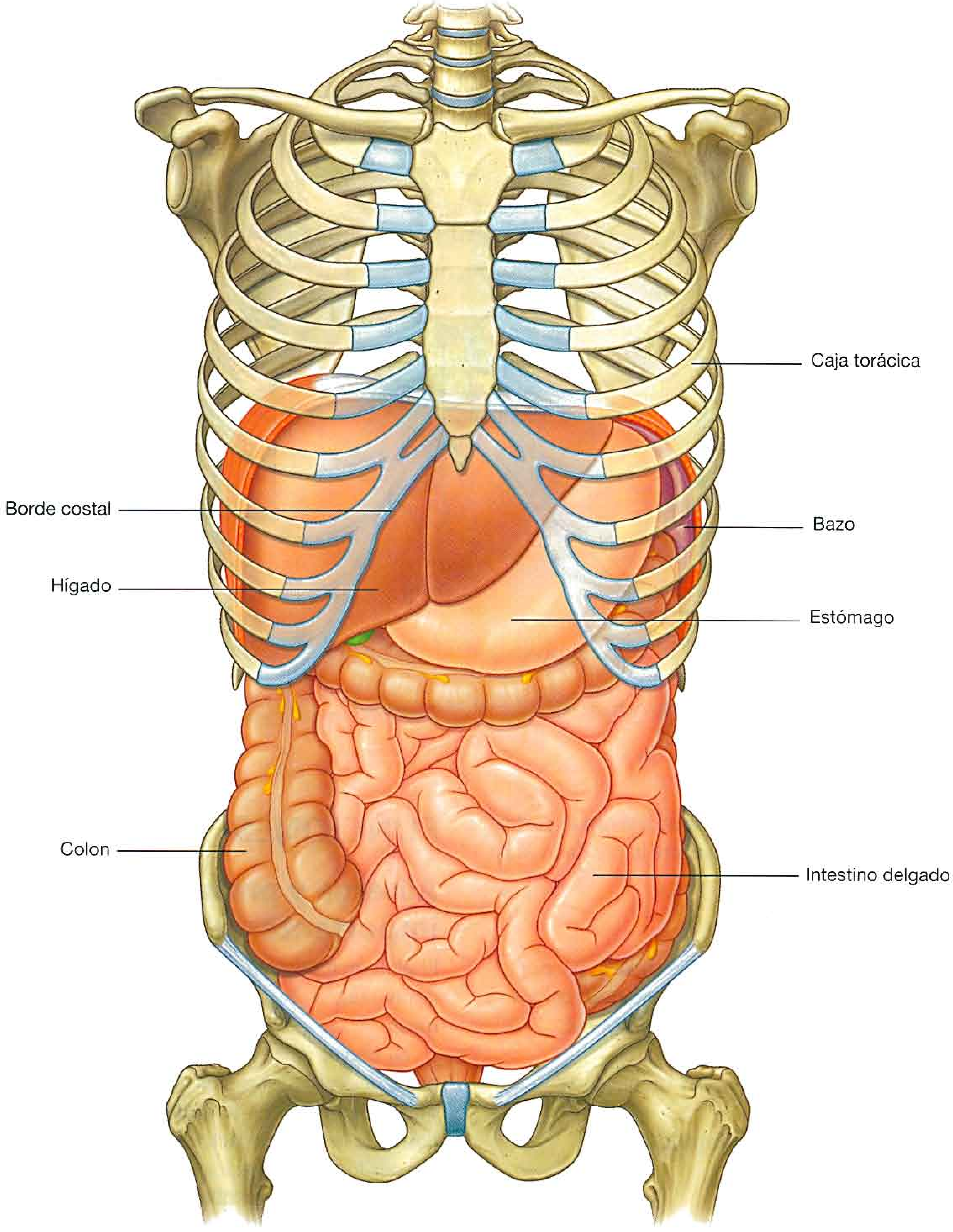


Fig. 4.2 El abdomen alberga y protege las vísceras abdominales.

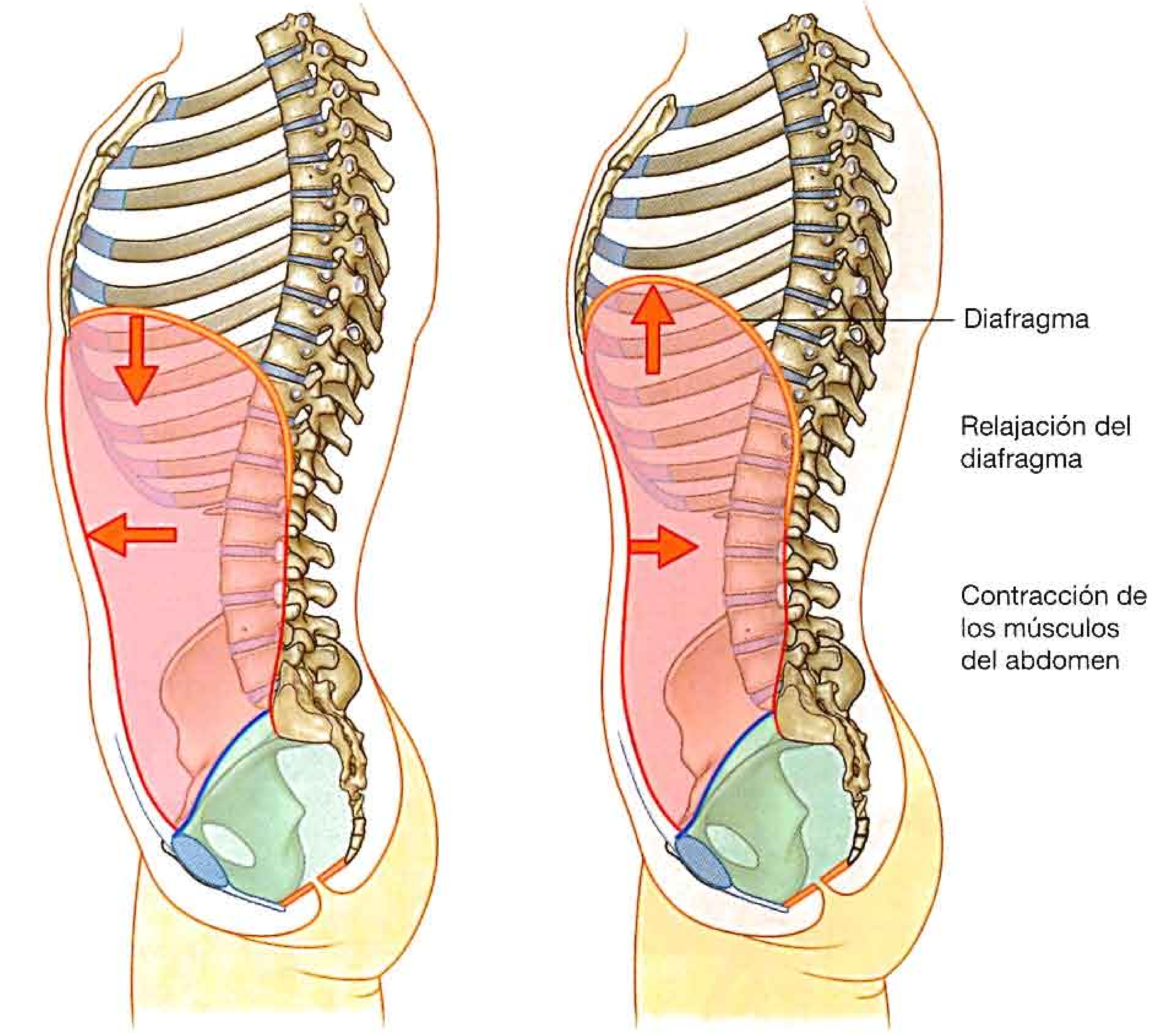


Fig. 4.3 El abdomen colabora en la respiración.

Respiración

Una de las funciones más importantes de la pared abdominal es colaborar en la respiración:

- Se relaja durante la inspiración para adaptarse a la expansión de la cavidad torácica y al desplazamiento inferior de las vísceras abdominales durante la contracción del diafragma (fig. 4.3).
- En la espiración, se contrae para ayudar a elevar las cúpulas diafragmáticas, disminuyendo de esta forma el volumen torácico.

Una espiración forzada utilizando los músculos abdominales, como la tos y el estornudo, puede expulsar sustancias de la vía aérea.

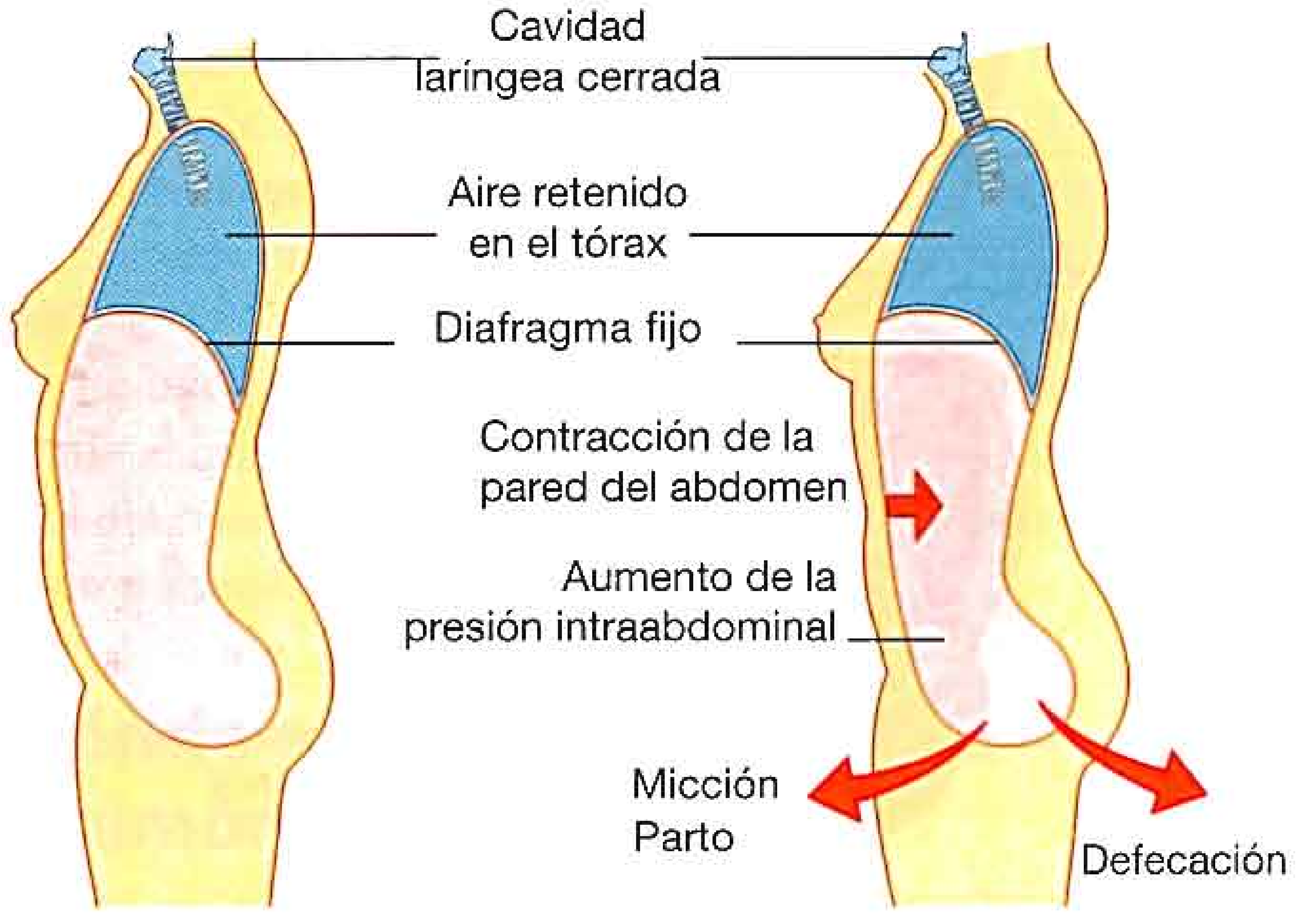


Fig. 4.4 Aumento de la presión intraabdominal para facilitar la micción, la defecación y el parto.

Cambios en la presión intraabdominal

La contracción de los músculos de la pared abdominal puede aumentar intensamente la presión intraabdominal cuando el diafragma está en una posición fija (fig. 4.4). El aire queda retenido en los pulmones al cerrarse las válvulas de la laringe cervical. El aumento de la presión intraabdominal ayuda a vaciar el contenido de la vejiga y el recto, y en el parto.

COMPONENTES

Pared

La pared abdominal está formada en parte por hueso, pero fundamentalmente por músculos (fig. 4.5). Los huesos de la pared (fig. 4.5A) son:

- Las cinco vértebras lumbares y sus discos intervertebrales.
- La parte superior de los huesos pélvicos.
- Huesos de la pared torácica inferior como el borde costal, costilla 12, final de la costilla 11 y la apófisis xifoides.

Los músculos forman el resto de la pared abdominal (fig. 4.5B):

- A los lados de la columna vertebral, el cuadrado de los lomos, psoas mayor y músculo ilíaco refuerzan la pared posterior, las porciones distales de los músculos psoas e ilíaco llegan al muslo y son flexores principales de la cadera.
- Las partes laterales de la pared abdominal están formadas en su mayor parte por tres capas musculares, que se orientan de forma similar a los músculos intercostales del tórax: el transverso del abdomen, oblicuo interno y oblicuo externo.
- En la parte anterior, un músculo segmentado (el recto abdominal) cubre en cada lado la distancia entre la pared torácica inferior y la pelvis.

La continuidad estructural entre las regiones posterior, lateral y anterior de la pared abdominal se debe a una fascia gruesa en la región posterior y vainas tendinosas planas

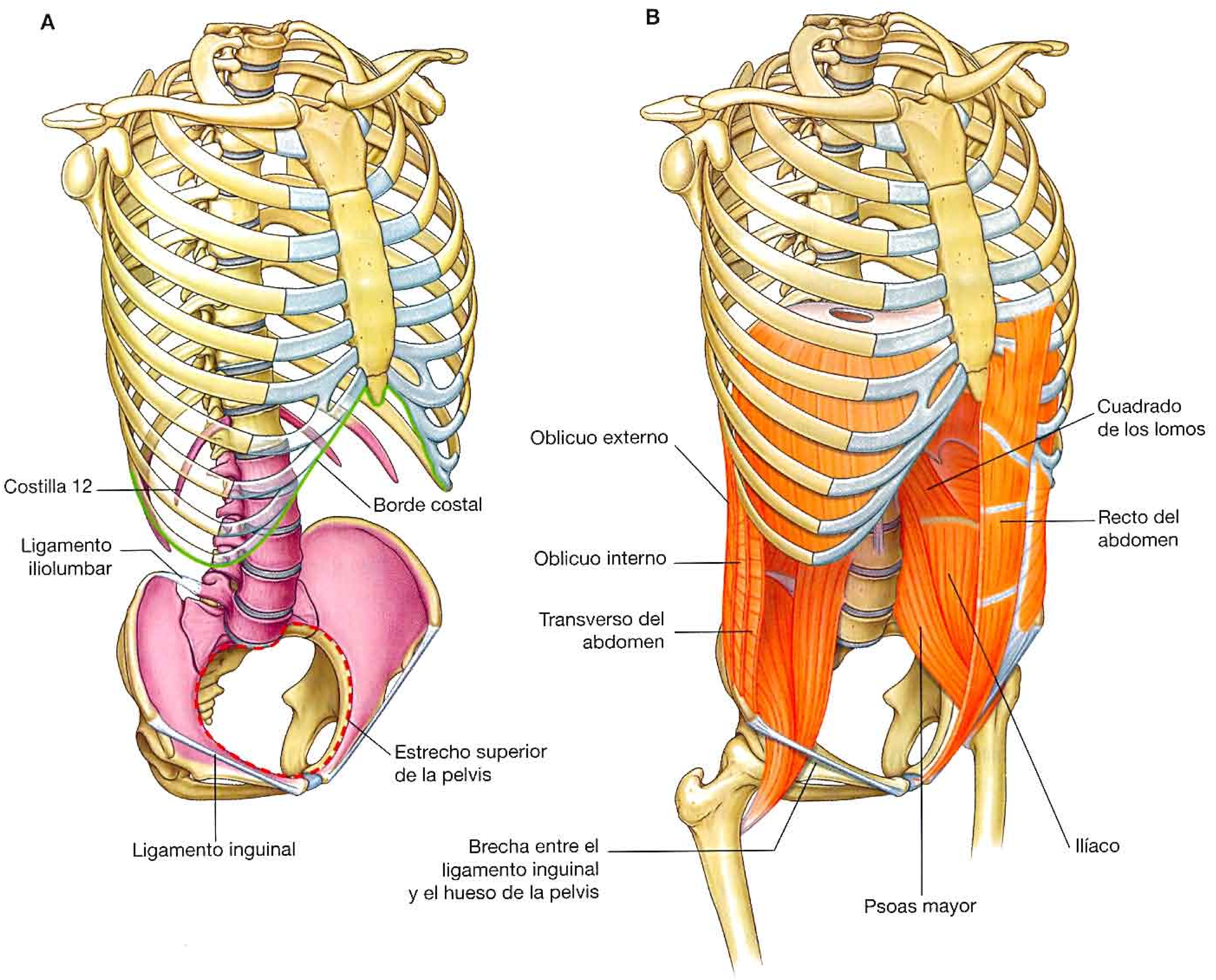


Fig. 4.5 Pared del abdomen. **A.** Elementos óseos. **B.** Músculos.

(aponeurosis) derivadas de los músculos de las paredes laterales. Una capa de fascia de grosor variable separa la pared abdominal del peritoneo, que recubre la cavidad abdominal.

Cavidad abdominal

En la cavidad abdominal se encuentra un tubo intestinal central (el sistema gastrointestinal) suspendido de la pared abdominal posterior y en parte por la pared abdominal anterior por hojas delgadas de tejido (**mesenterio**; fig. 4.6):

- Un mesenterio ventral (anterior) para las regiones proximales del tubo digestivo.
- Un mesenterio dorsal (posterior) a lo largo de todo el sistema.

Las diferentes partes de estos dos mesenterios se denominan en función de los órganos que suspenden o con los que se asocian.

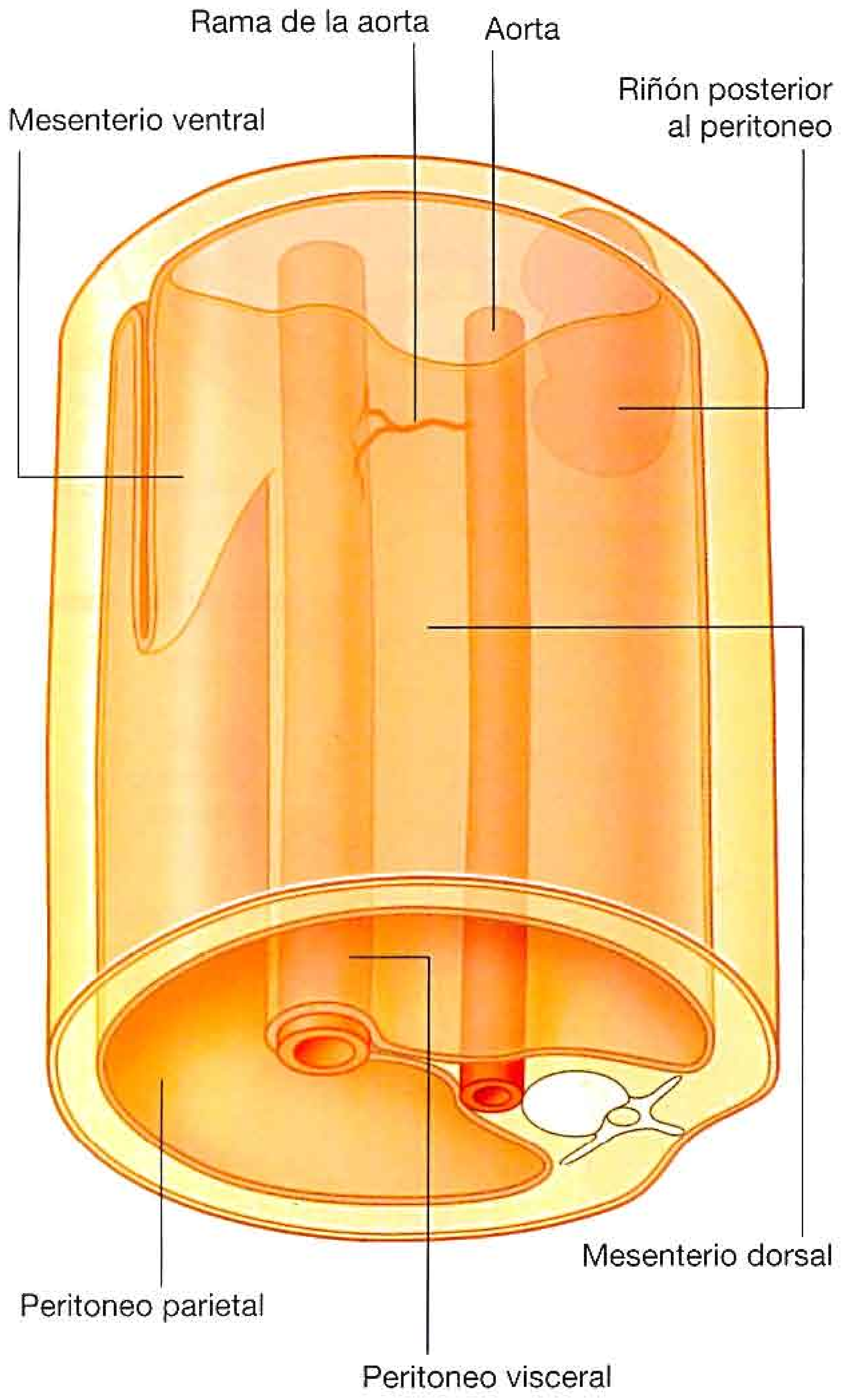


Fig. 4.6 El tubo digestivo está suspendido por mesenterios.

Las vísceras principales, como los riñones, que no están suspendidos por mesenterios en la cavidad abdominal, se relacionan con la pared del abdomen.

La cavidad abdominal está recubierta por **peritoneo**, que está formado por una capa única de células epitelioides (el **mesotelio**), junto con una capa de tejido conjuntivo. El peritoneo es similar a la pleura y al pericardio en el tórax.

El peritoneo se refleja en la pared abdominal para formar parte de los mesenterios que sostienen las vísceras:

- El **peritoneo parietal** recubre la pared abdominal.
- El **peritoneo visceral** cubre los órganos suspendidos.

En condiciones normales, los elementos del aparato digestivo ocupan totalmente la cavidad abdominal, siendo la cavidad peritoneal un espacio virtual y el peritoneo visceral de los órganos y el peritoneo parietal de la pared abdominal adyacente se deslizan uno sobre otro libremente.

Las vísceras abdominales pueden ser intraperitoneales o retroperitoneales:

- Las estructuras **intraperitoneales**, como los elementos del aparato digestivo, están suspendidos de la pared abdominal por mesenterios.
- Las estructuras que no están suspendidas en la cavidad abdominal por mesenterios y que están situadas entre el peritoneo parietal y la pared abdominal están en posición **retroperitoneal**.

Entre las estructuras retroperitoneales están los riñones y los uréteres, que se desarrollan en la región entre el peritoneo y la pared abdominal y permanecen en esa situación en el adulto.

Durante el desarrollo, algunos órganos, como partes del intestino delgado y grueso, están inicialmente suspendidos en la cavidad abdominal por un mesenterio, y más tarde pasan a ser retroperitoneales uniéndose a la pared abdominal (fig. 4.7).

Los grandes vasos, nervios y linfáticos se relacionan con la pared posterior del abdomen a lo largo del eje longitudinal del cuerpo, en la región donde durante el desarrollo se refleja el peritoneo en la pared como mesenterio dorsal que soporta el tubo intestinal en desarrollo. Como consecuencia, las ramas de las estructuras neurovasculares que pasan a partes del sistema gastrointestinal son impares, se originan en la cara anterior de las estructuras que las originan y van en los mesenterios o pasan a ser retroperitoneales en zonas donde los mesenterios se unen a la pared.

En general, los vasos, nervios y linfáticos de la pared abdominal y de los órganos que se forman como estructuras retroperitoneales, son ramas laterales de las estructuras neurovasculares centrales y habitualmente son pares, una a cada lado.

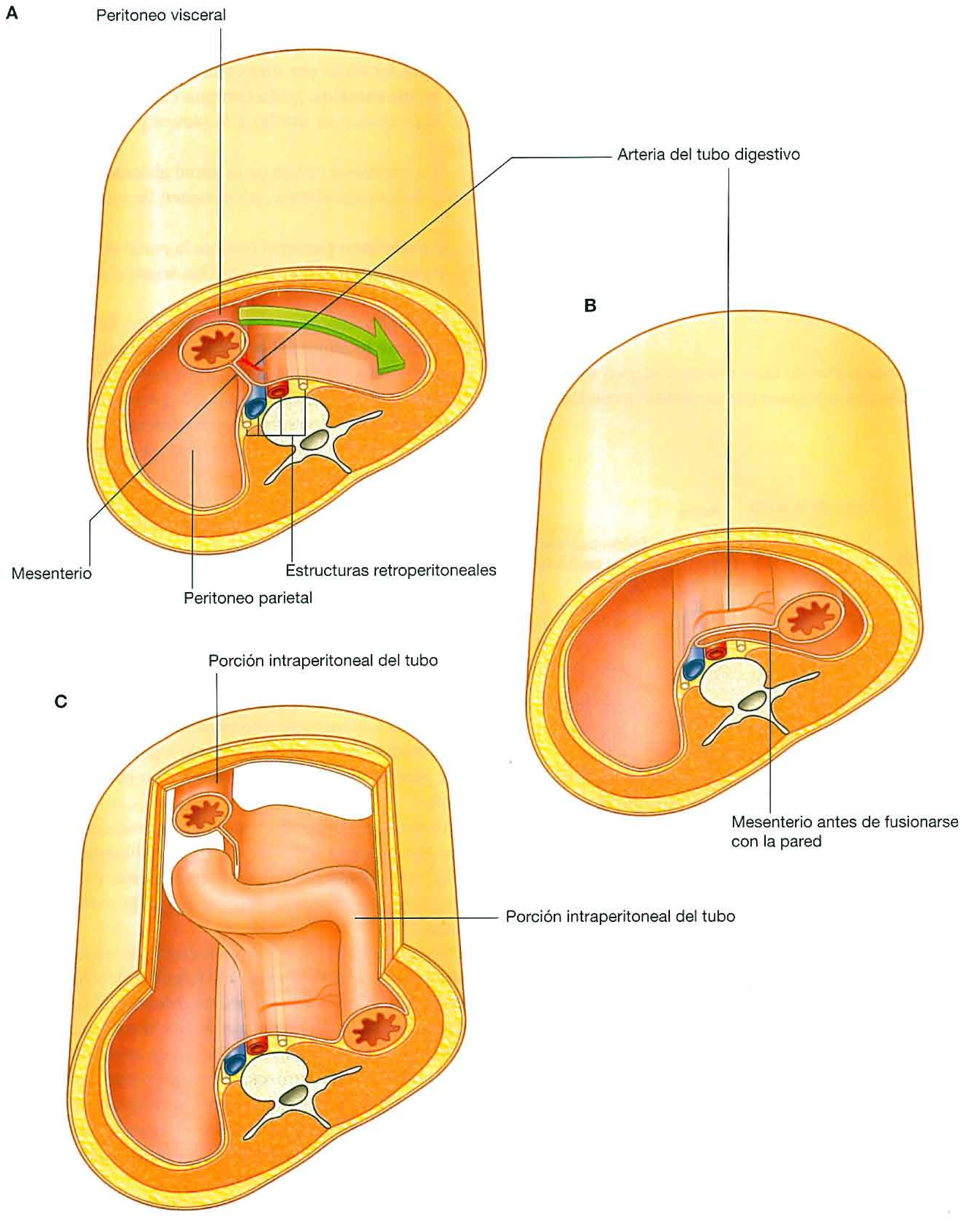


Fig. 4.7 Progresión de un órgano intraperitoneal a posición retroperitoneal secundaria (**A** a **C**).

Abertura torácica inferior

La abertura superior del abdomen es la abertura torácica inferior, que está cerrada por el diafragma (v. págs. 104-105). El borde de la abertura torácica inferior lo forman la vértebra T2, costilla 12, la porción distal de la costilla 11, el borde costal y la apófisis xifoides del esternón.

Diafragma

El diafragma musculotendinoso separa el abdomen del tórax.

El diafragma se inserta en el borde del orificio torácico inferior, pero el anclaje es complejo en la parte posterior y se extiende hasta la región lumbar de la columna vertebral (fig. 4.8). Una extensión muscular (los pilares) ancla firmemente el diafragma a la superficie anterolateral de la columna vertebral a cada lado, hasta la vértebra L3 a la derecha y la L2 a la izquierda.

Puesto que el borde costal no es completamente posterior, el diafragma está anclado a ligamentos en forma de arco (arqueados), que cubren la distancia entre los puntos óseos libres y las partes blandas correspondientes:

- **Ligamentos arqueado lateral e interno** cruzan músculos de la pared abdominal posterior y se unen a las vértebras, la apófisis transversa de L1 y la costilla 12, respectivamente.
- El **ligamento arqueado medio** cruza la aorta y se continúa con los pilares de cada lado.

La inserción posterior del diafragma se extiende hacia abajo más lejos que la inserción anterior. Por tanto, el diafragma es una parte importante de la pared abdominal posterior, con la que se relacionan varias vísceras.

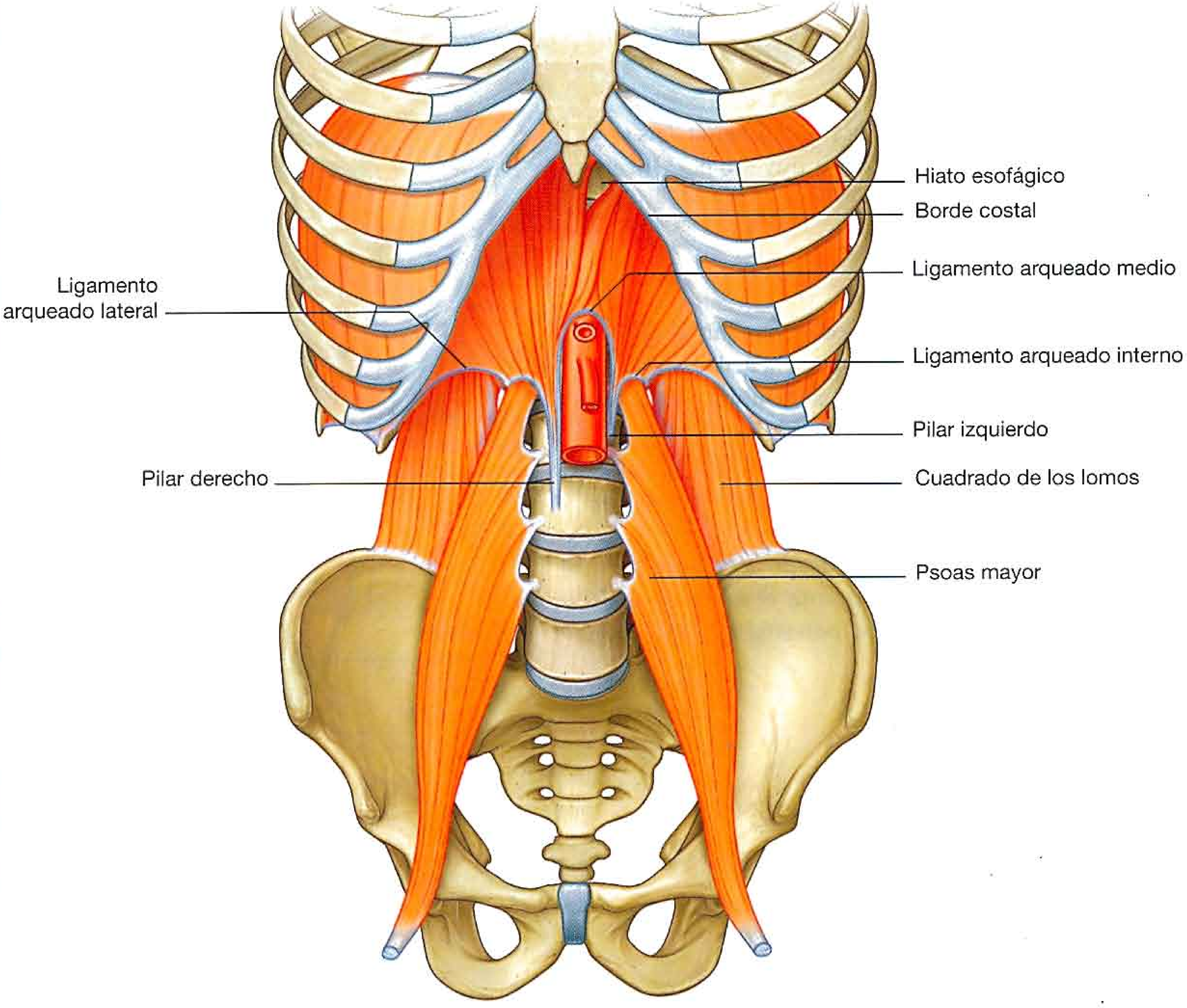


Fig. 4.8 Abertura inferior del tórax y el diafragma.

Estrecho superior de la pelvis

La pared abdominal continúa con la pared pélvica en el estrecho superior de la pelvis, y la cavidad abdominal continúa con la cavidad pélvica.

El borde circular de la pelvis está formado por hueso en su totalidad:

- Por detrás, por el sacro.
- Por delante, por la sínfisis del pubis.
- A los lados, por un borde óseo diferente del hueso de la pelvis (fig. 4.9).

Debido al ángulo que forman posteriormente el sacro y los huesos pélvicos con la columna vertebral, la cavidad pélvica no está orientada en el mismo plano vertical que la cavidad abdominal. La cavidad pélvica se proyecta en sentido posterior y el interior se abre en situación anterior y en cierta manera superior (fig. 4.10).

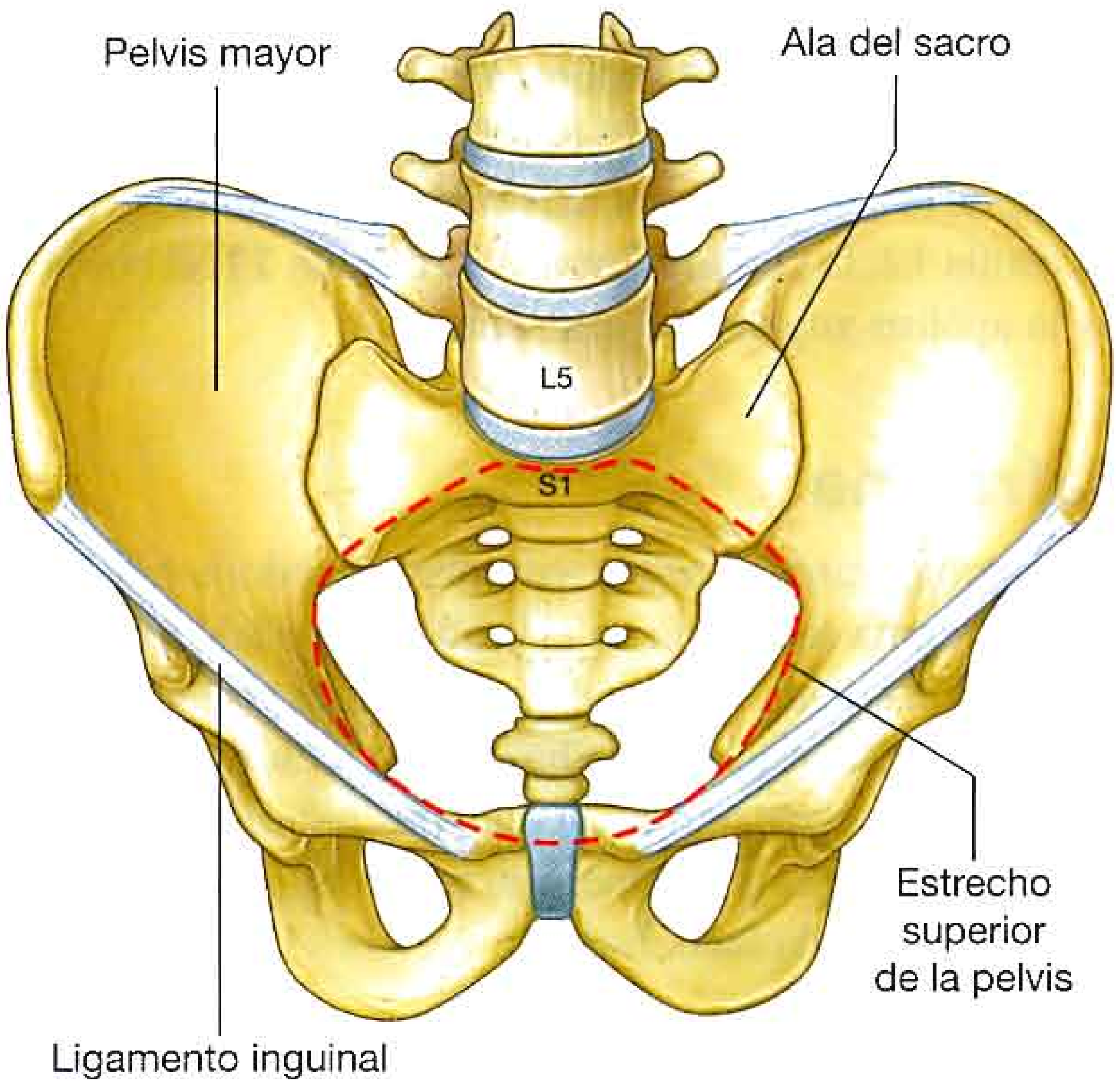


Fig. 4.9 Estrecho superior de la pelvis.

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Tórax

El abdomen está separado del tórax por el diafragma. Las estructuras pasan entre las dos regiones a través o por detrás del diafragma (v. fig. 4.8).

Pelvis

El estrecho superior de la pelvis se abre directamente al abdomen y las estructuras pasan del abdomen a la pelvis por él.

El peritoneo que recubre la cavidad abdominal continúa con el peritoneo de la pelvis. En consecuencia, la cavidad abdominal es totalmente continua con la cavidad pélvica (fig. 4.11). *Por tanto, las infecciones en una región pueden extenderse libremente a la otra.*

La parte superior de la vejiga llega desde la cavidad pelviana a la cavidad abdominal y, durante el embarazo, el útero sale libremente de la cavidad pelviana a la cavidad abdominal.

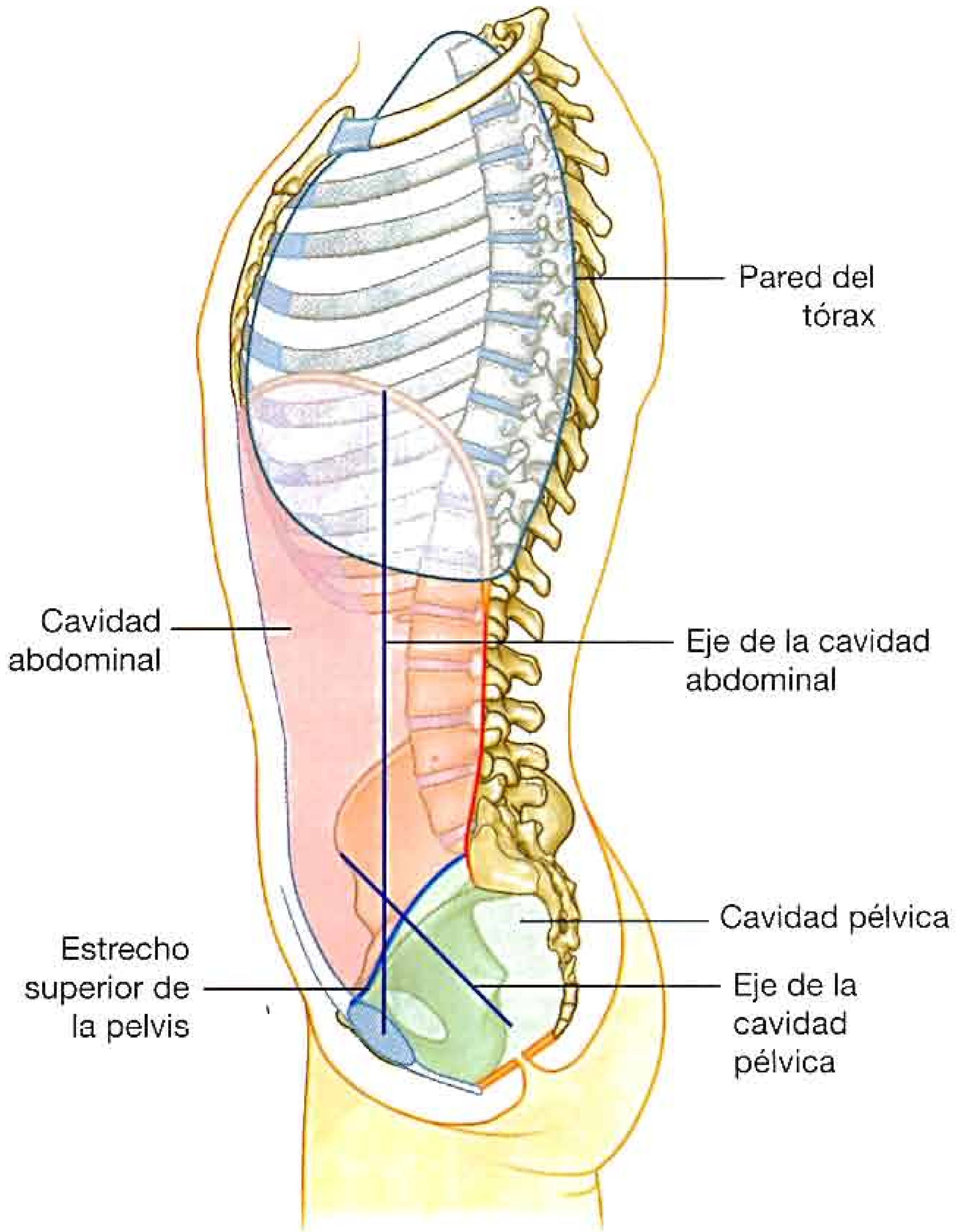


Fig. 4.10 Orientación de las cavidades pélvica y abdominal.

Extremidades inferiores

El abdomen comunica directamente con el muslo a través de un orificio anterior situado entre el borde inferior de la pared abdominal (limitado por el ligamento inguinal) y el hueso de la pelvis (fig. 4.12) A través del orificio pasan las siguientes estructuras:

- Las arterias y venas principales de la extremidad inferior.
- El nervio femoral, que inerva el músculo cuádriceps femoral que extiende la rodilla.
- Linfáticos.
- La porción distal de los músculos psoas mayor e ilíaco, que flexionan el muslo sobre la cadera.

El nombre de los vasos cambia cuando pasan bajo el ligamento inguinal: la arteria y vena ilíacas externas del abdomen pasan a ser la arteria y vena femoral del muslo.

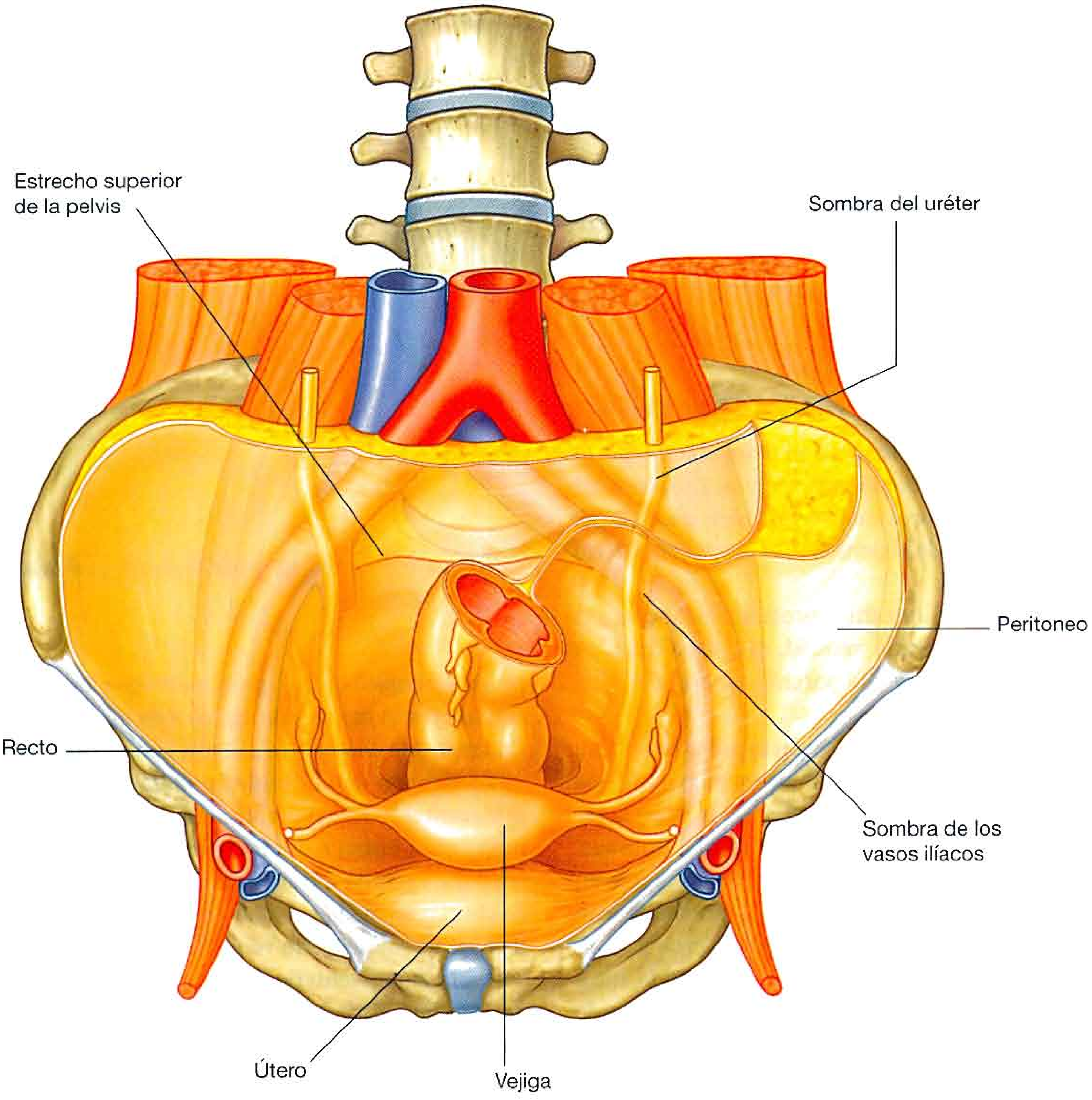


Fig. 4.11 La cavidad abdominal continúa en la cavidad pélvica.

ASPECTOS CLAVE

Situación de las vísceras abdominales en el adulto

Para entender la situación de las vísceras y mesenterios del abdomen, se necesita un conocimiento básico del desarrollo del tubo digestivo (fig. 4.13).

El tubo digestivo primitivo está orientado longitudinalmente en la cavidad corporal, y suspendido de la pared que le rodea por un mesenterio dorsal largo y un mesenterio ventral más corto.

En la parte superior, los mesenterios dorsal y ventral están insertados en el diafragma.

El tubo digestivo primitivo está formado por el intestino proximal, el intestino medio y el intestino distal. Para llegar a la situación de los órganos abdominales en el adulto, se pasa por un gran crecimiento longitudinal del tubo digestivo, rotación de algunas partes del tubo y fusión secundaria de algunas vísceras y sus mesenterios relacionados con la pared del abdomen.

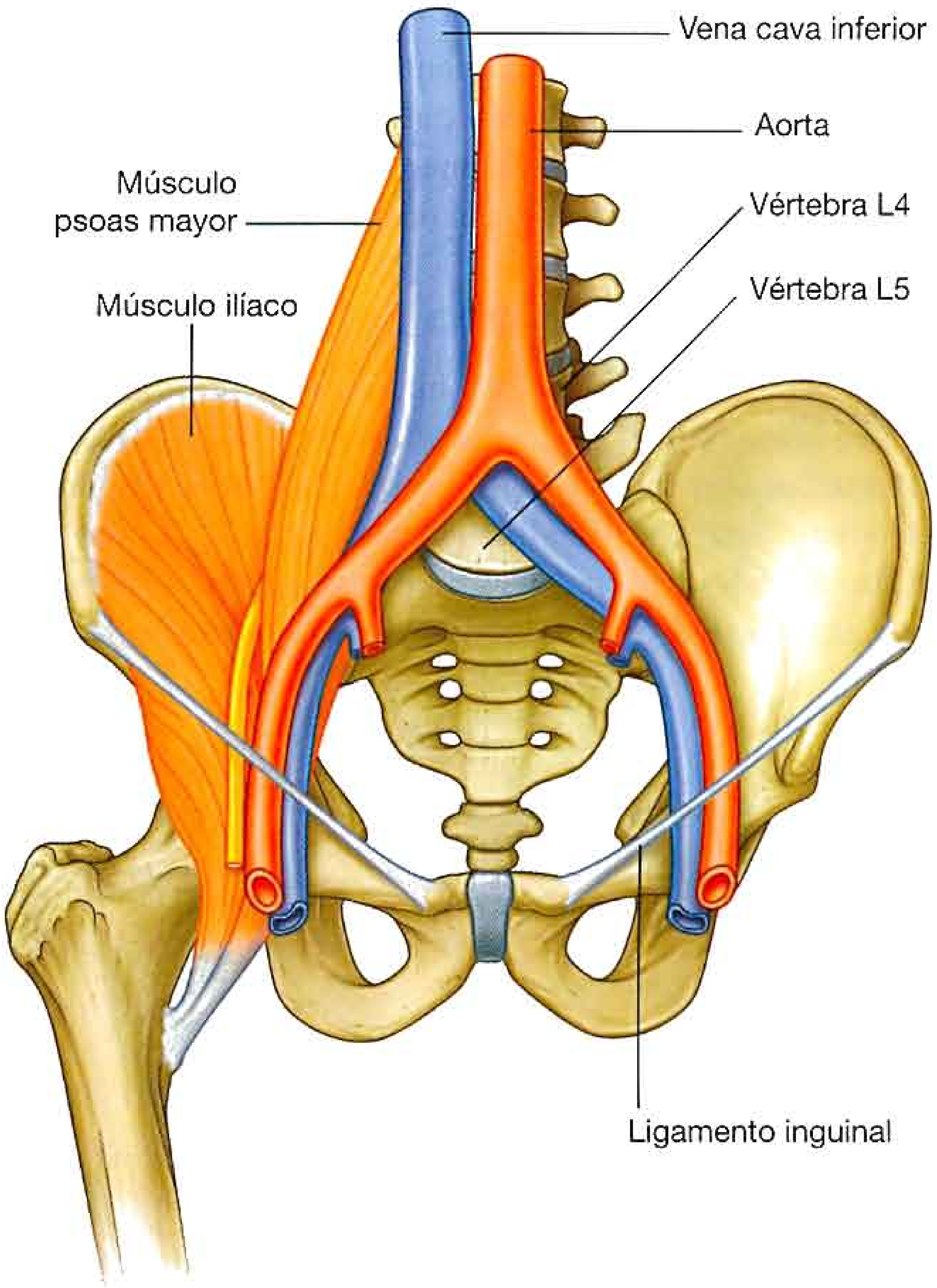


Fig. 4.12 Estructuras que pasan del abdomen al muslo.

Desarrollo del intestino proximal

En la región abdominal, el **intestino proximal** da lugar al extremo distal del esófago, el estómago y la porción proximal del duodeno. El intestino proximal es la única porción del tubo digestivo suspendida de la pared tanto por el mesenterio dorsal como por el ventral.

En la cara anterior del intestino proximal se forma un divertículo hacia el mesenterio ventral, que dará lugar al hígado y a la vesícula biliar, y a la porción ventral del páncreas.

La porción dorsal del páncreas se desarrolla desde una prolongación del intestino proximal hacia el mesenterio dorsal. El bazo se desarrolla en el mesenterio dorsal en la región situada entre la pared del cuerpo y el futuro estómago.

En el intestino proximal, el estómago en desarrollo rota en el sentido de las agujas del reloj, y el mesenterio dorsal asociado, que contiene el bazo, se desplaza a la izquierda y prolifera mucho. Durante este proceso, parte del mesenterio entra en contacto y posteriormente se fusiona con el lado izquierdo de la pared corporal.

Al mismo tiempo, el duodeno junto con su mesenterio dorsal y una parte importante del páncreas, giran a la derecha y se unen a la pared.

La fusión secundaria del duodeno a la pared, el crecimiento del hígado en el mesenterio ventral y la unión de la superficie superior del hígado al diafragma, restringen la abertura al espacio cerrado por el mesenterio dorsal inflado asociado al estómago. Esta reducida abertura es el **orificio omental (epiploico).**

La porción de la cavidad abdominal comprendida entre el mesenterio dorsal proliferado, y la cara posterior del estómago es la **bolsa omental (transcavidad de los epiplones).** La entrada a través del orificio omental a este espacio desde el resto de la cavidad peritoneal es por debajo del borde libre del mesenterio ventral.

Parte del mesenterio dorsal que inicialmente forma parte del vestíbulo de la bolsa omental crece hacia abajo y las dos superficies enfrentadas del mesenterio se fusionan formando una estructura en delantal (el **omento mayor**). El omento mayor está suspendido de la curvatura mayor del estómago, se sitúa sobre otras vísceras en la cavidad abdominal, y es la primera estructura que se observa cuando se abre el abdomen por vía anterior.

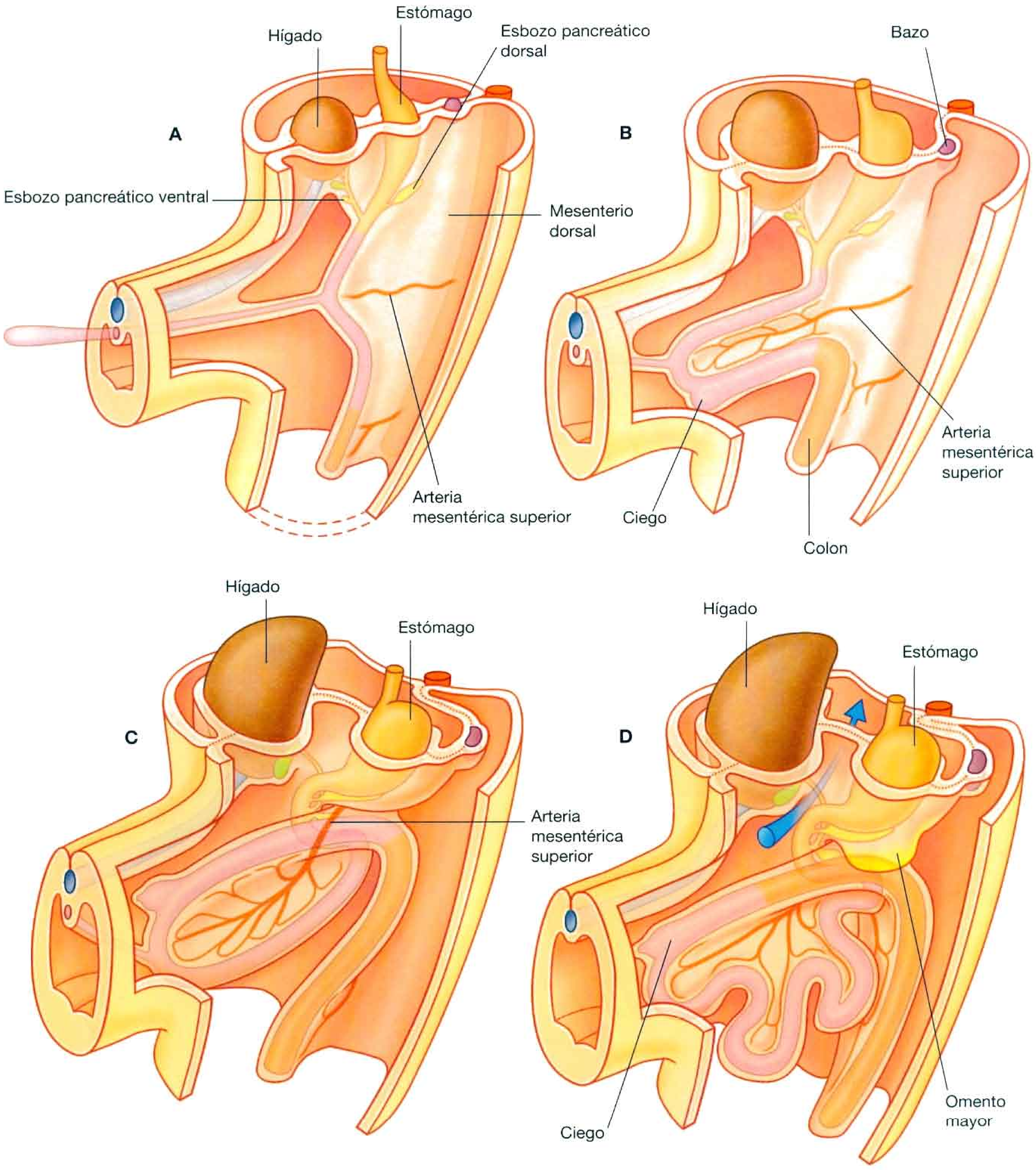


Fig. 4.13 Desarrollo del intestino y mesenterios (**A** a **H**).

Continúa

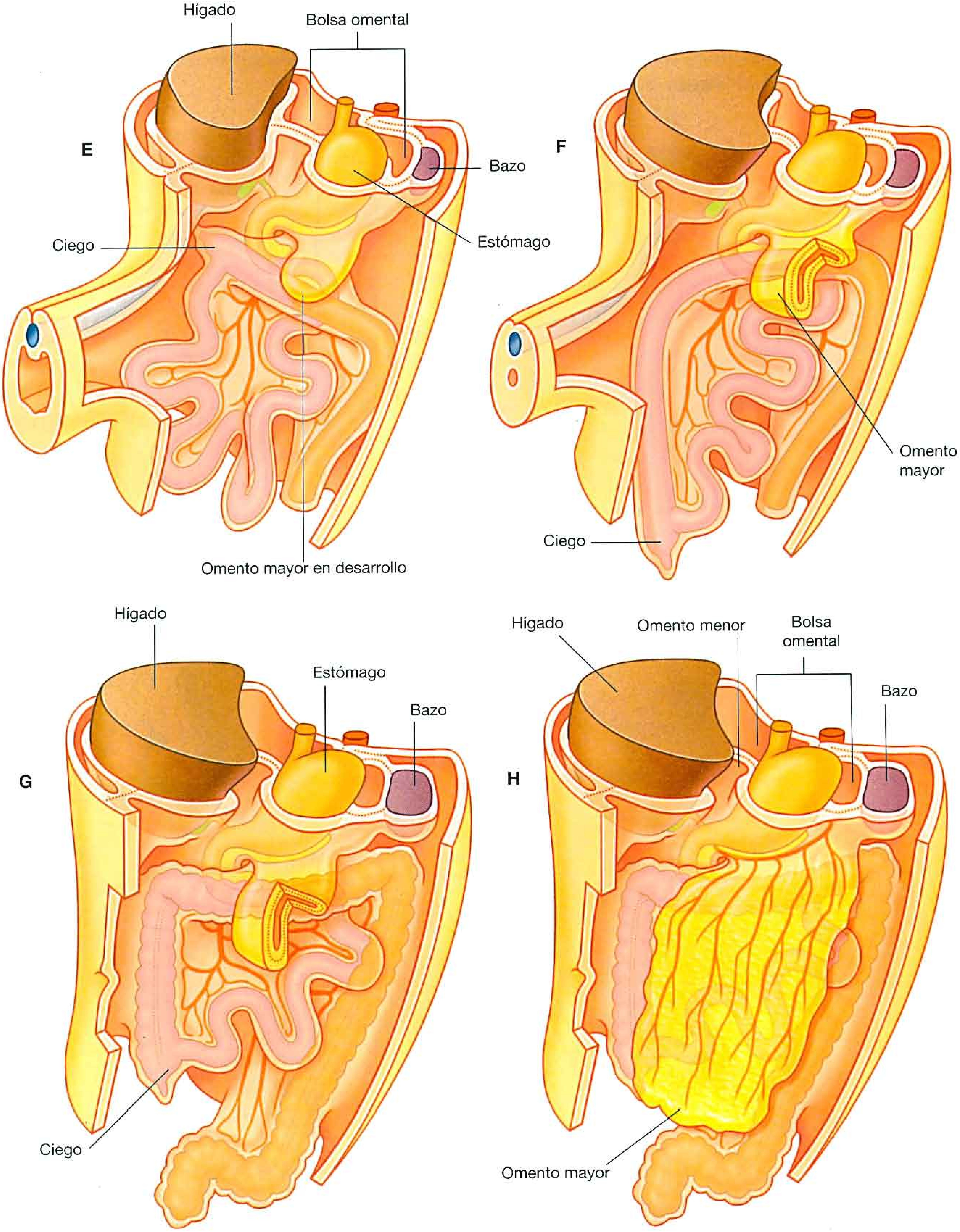


Fig. 4.13 ***(cont.)*** Desarrollo del intestino y mesenterios (**A** a **H**).

Desarrollo del intestino medio

El intestino medio forma la porción distal del duodeno, el yeyuno, el íleon, el colon ascendente y los dos tercios proximales del colon transverso. Un pequeño saco vitelino se proyecta desde el intestino medio en desarrollo hacia el ombligo.

El crecimiento rápido del sistema gastrointestinal lleva a la herniación de asas de intestino medio fuera de la cavidad abdominal en el cordón umbilical. Cuando el cuerpo crece en longitud y se pierde la conexión con el saco vitelino, el intestino medio vuelve a la cavidad abdominal. Mientras se produce este proceso, las dos ramas del asa del intestino medio rotan en dirección contraria a las agujas del reloj alrededor de su eje central, la parte de intestino que será el ciego desciende a la parte derecha de la cavidad.

El ciego permanece intraperitoneal, el colon ascendente se une a la pared quedando retroperitoneal, y el colon transverso sigue suspendido por su mesenterio dorsal (mesocolon transverso). El omento mayor cuelga por encima del colon transverso y el mesocolon, y habitualmente se une a estas estructuras.

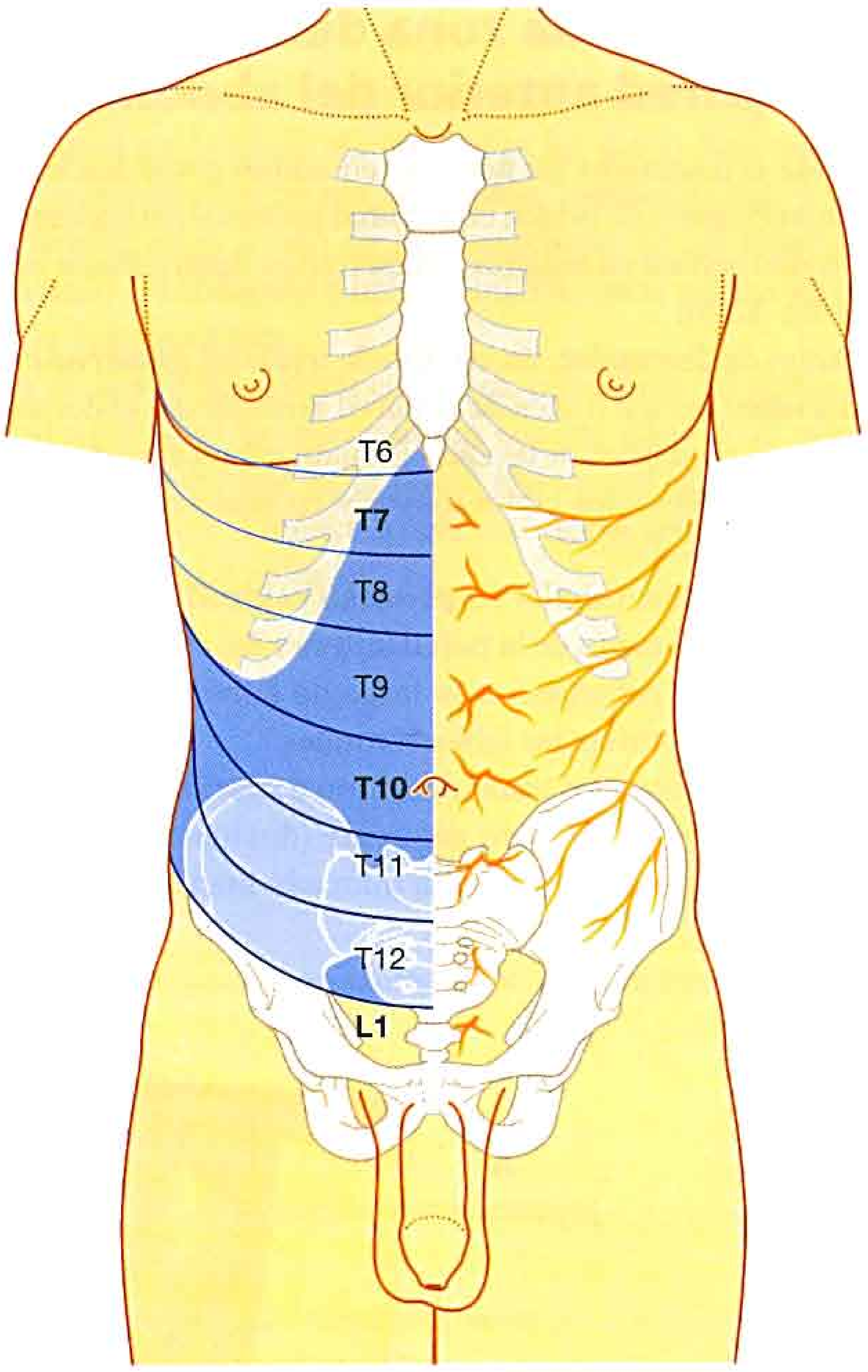


Fig. 4.14 Inervación de la pared anterior del abdomen.

Desarrollo del intestino distal

El tercio distal del colon trasverso, del colon descendente, del colon sigmoide y la porción superior del recto proceden del intestino distal.

Las porciones proximales del intestino distal giran a la derecha y pasan a ser el colon descendente y colon sigmoide. El colon descendente y su mesenterio dorsal se fusionan a la pared, quedando el colon sigmoide intraperitoneal. El colon sigmoide pasa a través del estrecho superior de la pelvis y continúa con el recto a nivel de la vértebra S3.

Piel y músculos de la pared anterior y lateral del abdomen y nervios intercostales torácicos

Los ramos anteriores de los nervios raquídeos torácicos T7 a T12 siguen el declive de la porción lateral de las costillas y cruzan el borde costal para introducirse en la pared abdominal (fig. 4.14). Los nervios intercostales T7 a T11 inervan la piel y los músculos de la pared abdominal, así como el nervio subcostal T12. Además, T5 y T6 inervan las porciones laterales del músculo oblicuo externo de la pared abdominal; T6 inerva también la piel por encima de la apófisis xifoides.

La piel y los músculos de las regiones inguinal y suprapúbica de la pared abdominal están inervadas por L1 y no por nervios torácicos.

En la figura 4.14 se representan los dermatomos de la pared anterior del abdomen. En la línea media, la piel que cubre el ángulo infraesternal es T6 y la de alrededor del ombligo es T10. L1 inerva la piel de las regiones inguinal y suprapúbica.

Los músculos de la pared abdominal están inervados de forma segmentaria siguiendo patrones que reflejan en general los de los dermatomos correspondientes.

La ingle es una zona débil en la pared anterior del abdomen

Durante el desarrollo, las gónadas en ambos sexos descienden desde sus lugares de origen en la pared posterior del abdomen a la cavidad pélvica en mujeres y al escroto en desarrollo en hombres (fig. 4.15).

Antes de descender, un cordón de tejido (el **gubernáculo testicular**) pasa a través de la pared anterior del abdomen y conecta el polo inferior de cada gónada con el escroto primitivo en hombres y los labios mayores en mujeres (prominencia labioescrotal).

Una extensión tubular (el **proceso vaginal**) de la cavidad peritoneal y las capas de la pared anterior del abdomen que la acompañan se proyectan a lo largo de gubernáculo a cada lado de las prominencias labioescrotales.

En los hombres, los testículos junto a sus estructuras neurovasculares y el conducto deferente (ductus deferens) descienden al escroto por una ruta marcada inicialmente por el gubernáculo, entre el proceso vaginal y las capas que lo acompañan derivadas de la pared abdominal.

El **conducto inguinal** es el paso a través de la pared anterior del abdomen creado por el proceso vaginal. El **cordón espermático** es la prolongación tubular de las capas de pared abdominal en el escroto que contiene todas las estructuras que pasan entre los testículos y el abdomen.

El extremo sacular distal del cordón espermático contiene a cada lado los testículos, estructuras relacionadas con ellos, y la parte ahora aislada de cavidad peritoneal (la cavidad de la túnica vaginal).

En las mujeres, las gónadas descienden a una posición justo dentro de la cavidad pélvica y no pasan nunca a través de la pared abdominal. Como resultado, la única estructura importante que pasa a través del conducto inguinal es el ligamento redondo del útero, que deriva del gubernáculo.

Tanto en hombres como en mujeres, la ingle (región inguinal) es una zona débil de la pared abdominal (fig. 4.15).

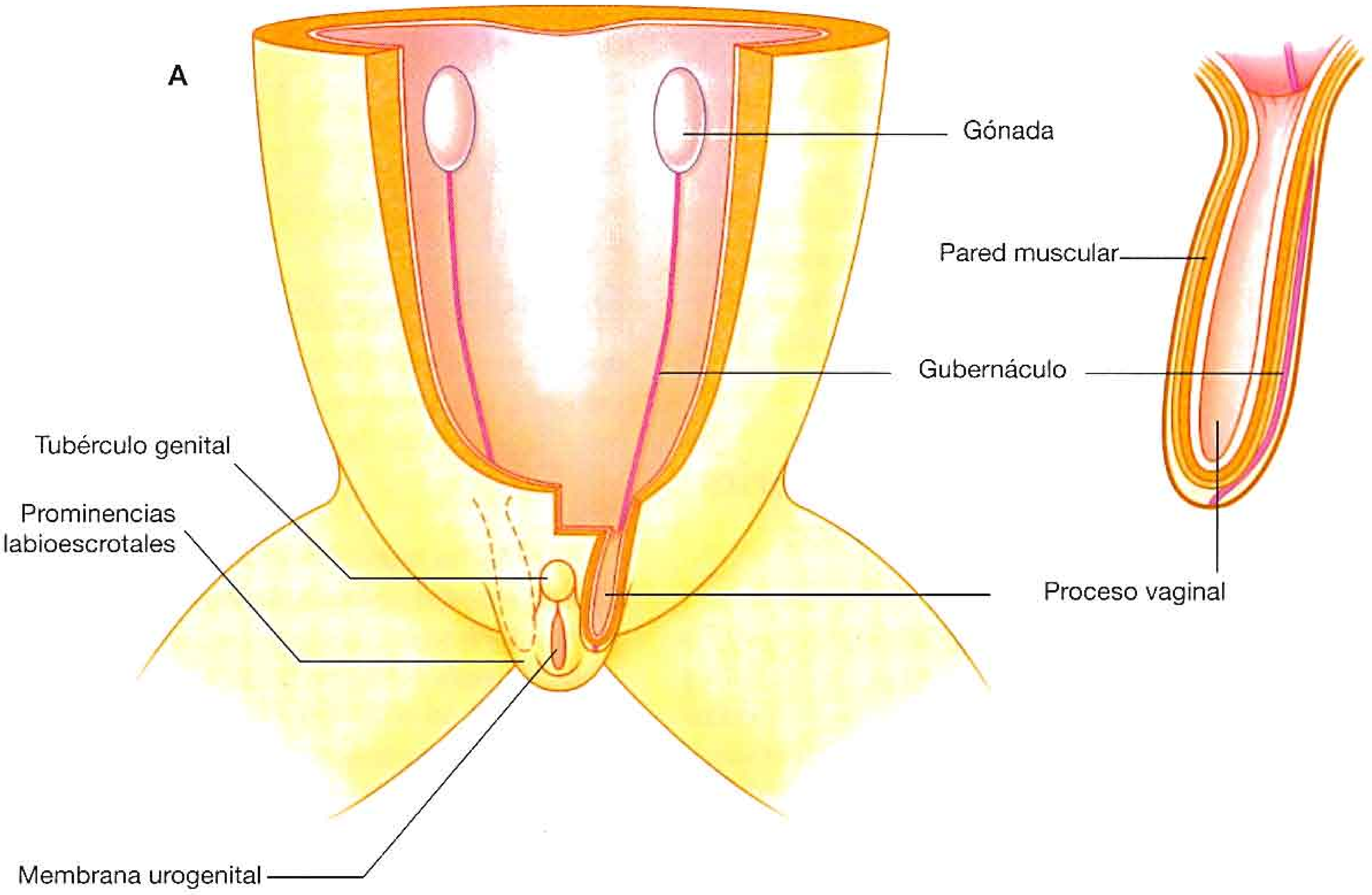
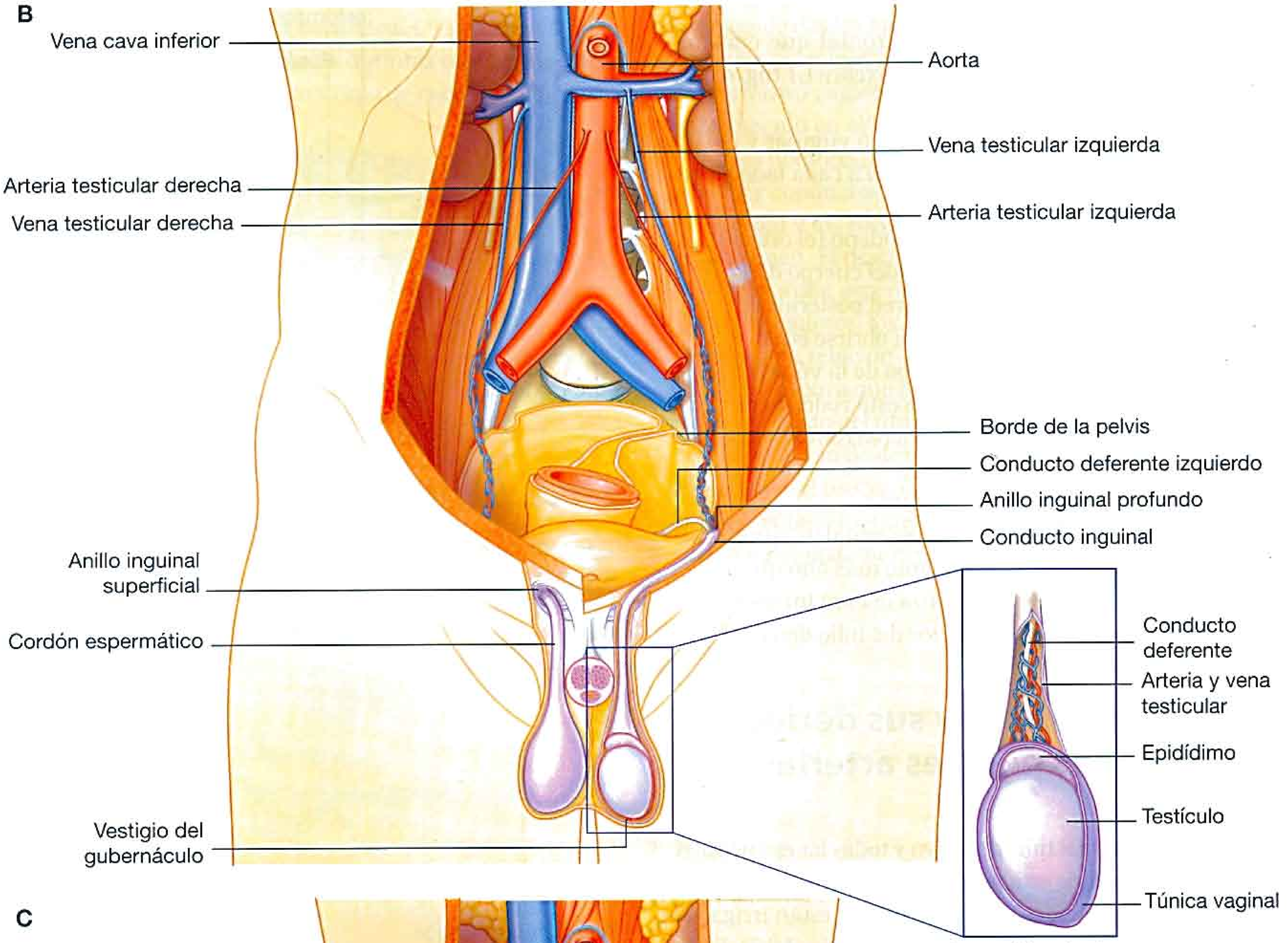


Fig. 4.15 Región inguinal. **A.** Desarrollo.



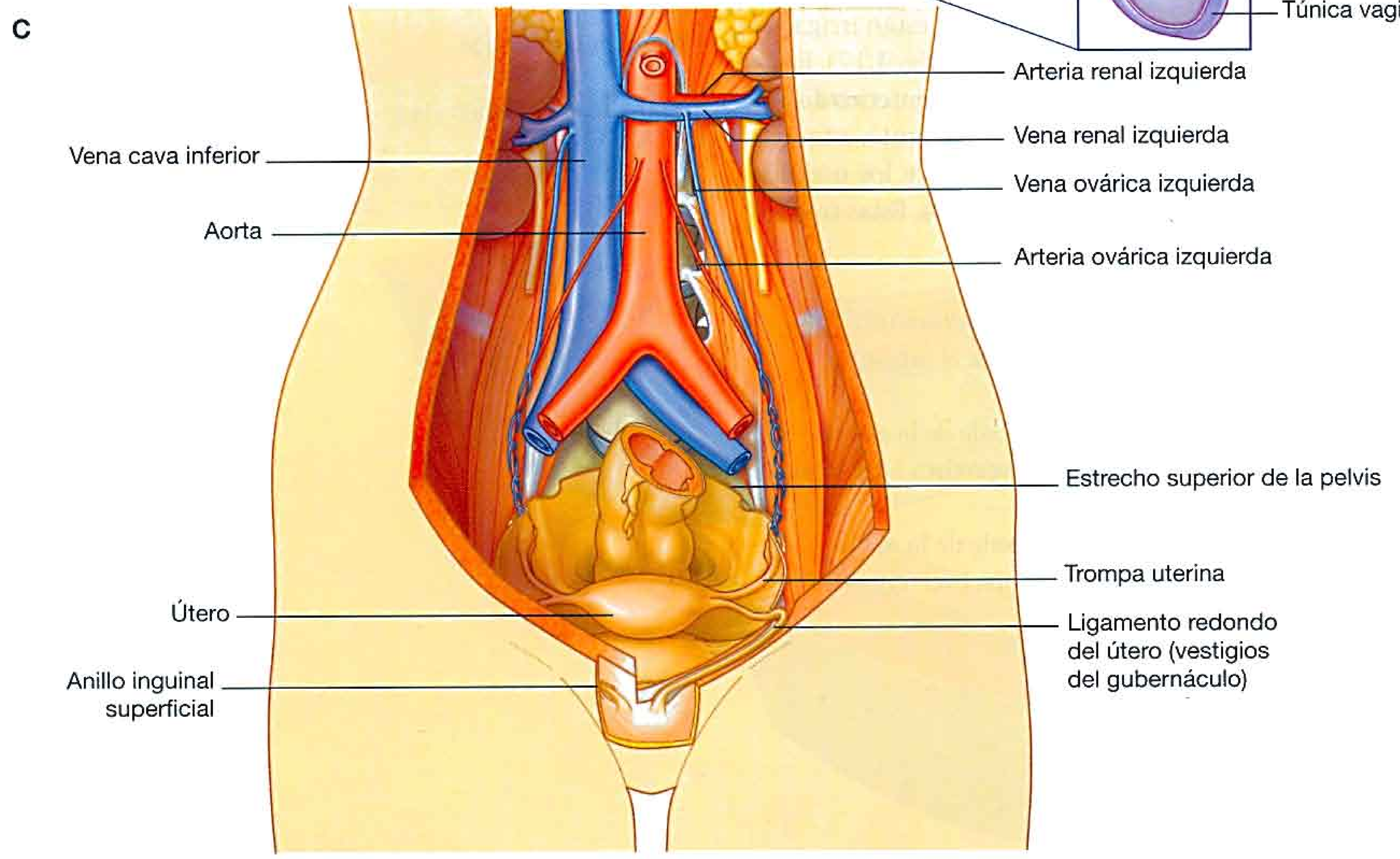


Fig. 4.15 ***(cont.)*** Región inguinal. **B.** En varones. **C.** En mujeres.

Nivel vertebral L1

El plano transpilórico es un plano horizontal que corta el cuerpo a través de la cara inferior de la vértebra L1 (fig. 4.16)

- Está a medio camino entre la escotadura yugular y la sínfisis del pubis, y cruza el borde costal a cada lado cerca del noveno cartílago costal.
- Cruza la abertura del estómago al duodeno (el orificio pilórico), que está justo a la derecha del cuerpo de L1, el duodeno forma un asa en C en la pared posterior del abdomen y cruza la línea media para abrirse en el yeyuno justo a la izquierda del cuerpo de la vértebra L2, mientras que la cabeza del páncreas está rodeada por el asa del duodeno, y el cuerpo del páncreas se extiende a la izquierda más allá de la línea media.
- Cruza a través del cuerpo del páncreas.
- Se aproxima a la posición de los hilios renales, aunque al estar el riñón izquierdo discretamente más alto que el derecho, el plano transpilórico cruza la cara inferior del hilio izquierdo y la porción superior del hilio derecho.

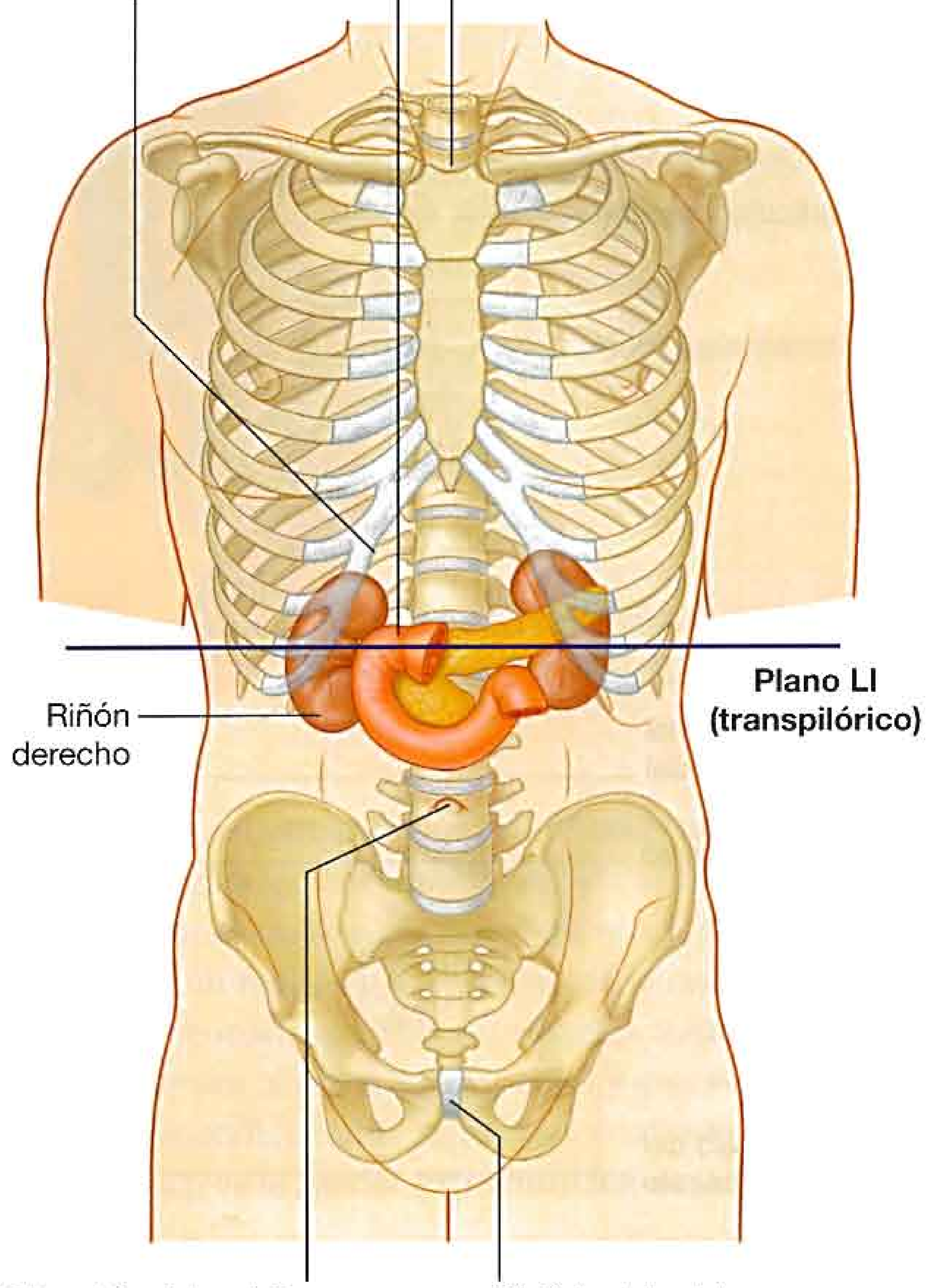


Fig. 4.16 Nivel vertebral L1.

El aparato digestivo y sus derivados están irrigados por tres arterias principales

La porción abdominal del tubo digestivo y todas las estructuras que se forman a partir de esta porción del intestino durante el desarrollo (hígado, páncreas y vesícula biliar), están irrigados por tres ramas impares de la aorta abdominal (fig. 4.17). Estas arterias pasan a través de derivados de los mesenterios dorsal y ventral para llegar a las vísceras objetivo. Por tanto, estos vasos irrigan también estructuras como el bazo y los nódulos linfáticos que se desarrollan en los mesenterios. Estas tres arterias son:

- El tronco celíaco, que sale de la aorta abdominal en el borde superior de la vértebra L1 e irriga el intestino proximal.
- La arteria mesentérica superior, que sale de la aorta abdominal en el borde inferior de la vértebra L1 e irriga el intestino medio.
- La arteria mesentérica inferior, que sale de la aorta abdominal aproximadamente en el nivel vertebral L3 e irriga el intestino distal.

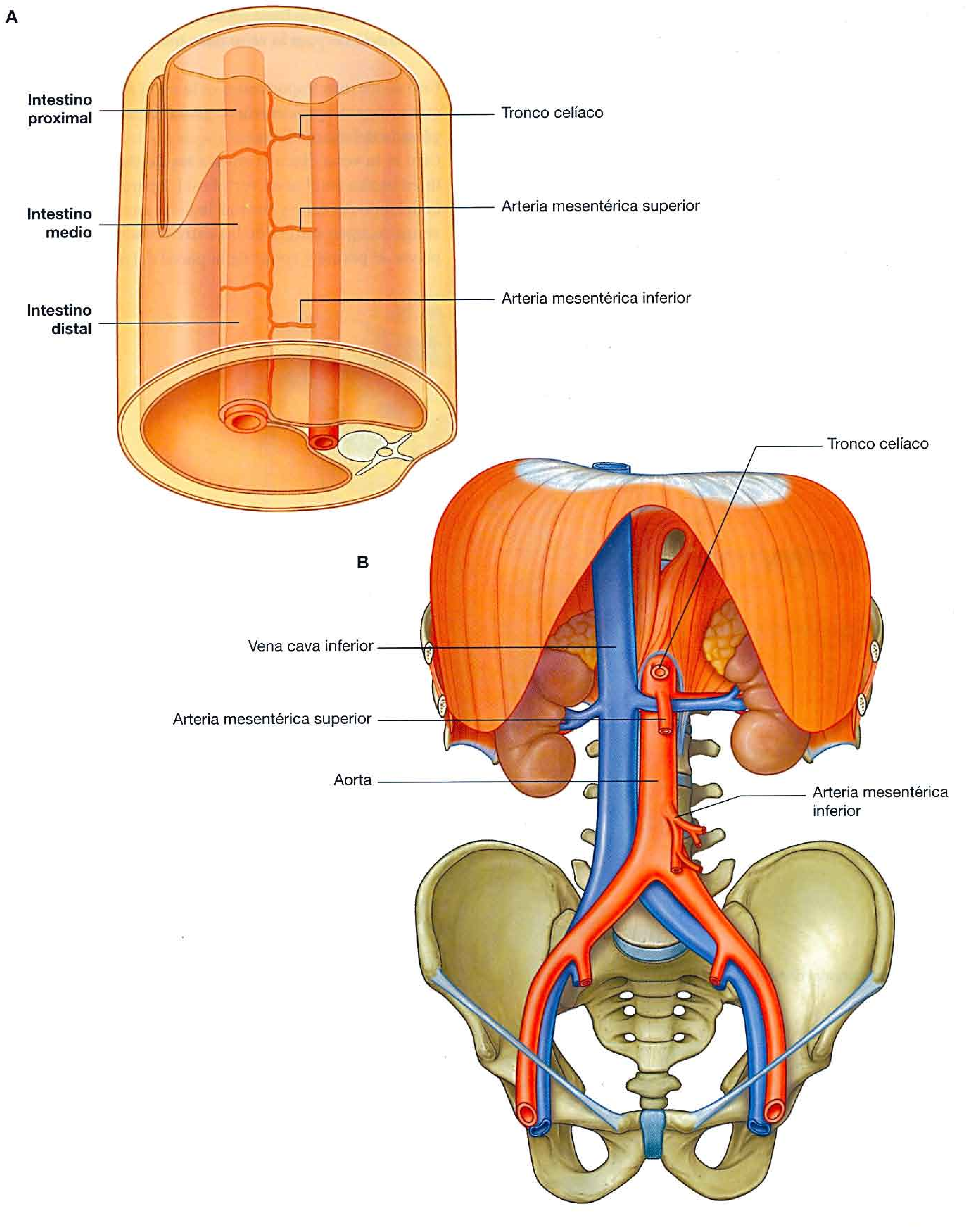


Fig. 4.17 Irrigación del intestino. **A.** Relación de vasos del intestino y mesenterios. **B.** Vista anterior.

Comunicaciones venosas de izquierda a derecha

Toda la circulación de retorno al corazón, excepto la de los pulmones, llega a la aurícula derecha del corazón. La vena cava inferior es la principal vena de la circulación general en el abdomen y drena esta región además de la pelvis, periné y ambas extremidades inferiores (fig. 4.18).

La vena cava inferior está situada a la derecha de la columna vertebral y entra por el orificio de la vena cava del diafragma aproximadamente en el nivel vertebral T8. Varios vasos grandes cruzan la línea media para llevar sangre del lado izquierdo del cuerpo a la vena cava inferior:

- Uno de los más importantes es la vena renal izquierda, que recoge sangre del riñón, glándula suprarrenal y gónada del mismo lado.
- Otro es la vena ilíaca primitiva izquierda, que cruza la línea media en el nivel vertebral L5 para unirse con la del lado derecho y formar la vena cava inferior, estas venas recogen sangre de las extremidades inferiores, la pelvis, el periné y zonas de la pared del abdomen.

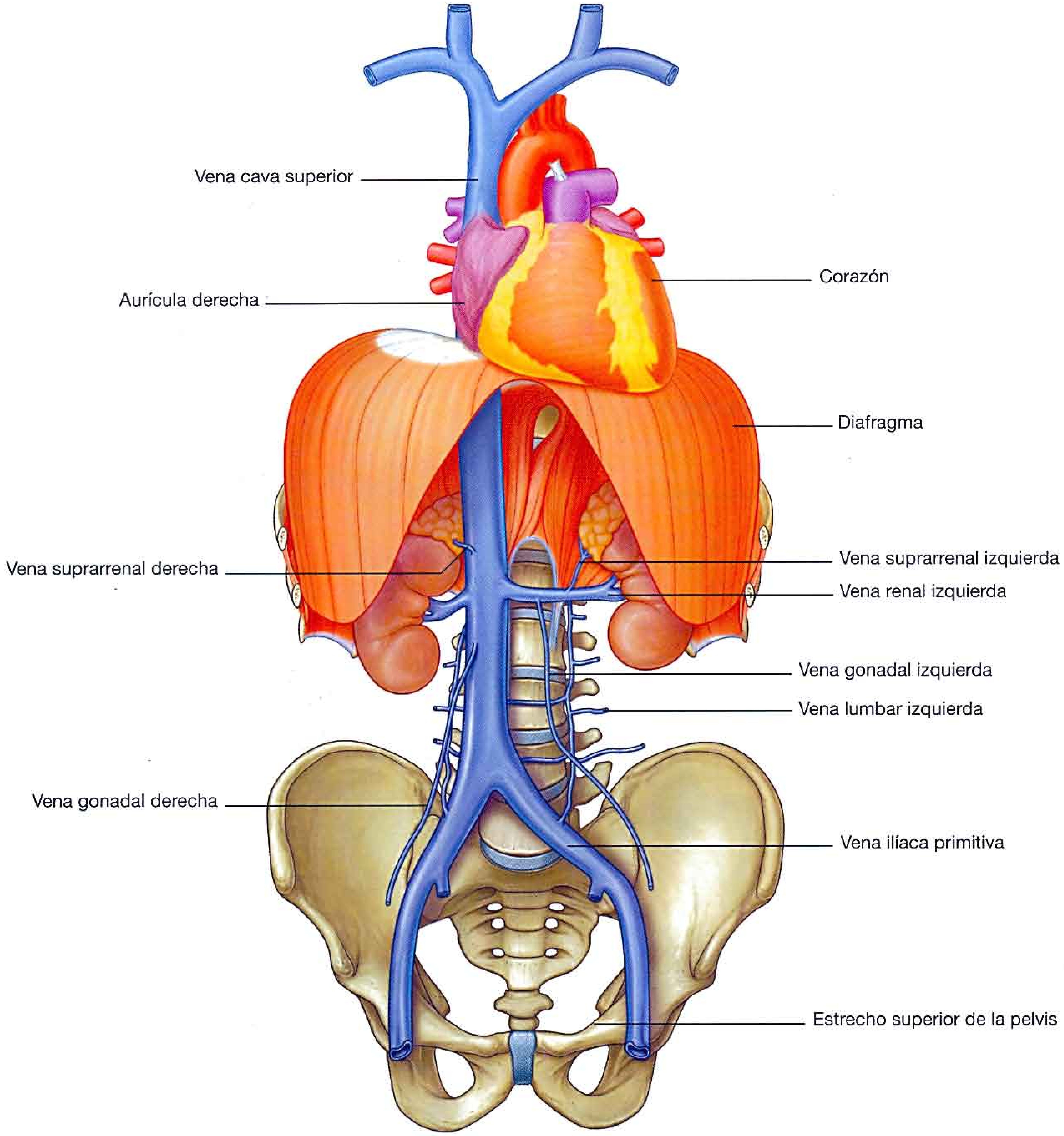


Fig. 4.18 Comunicaciones venosas izquierda-derecha.

- Las venas lumbares izquierdas, que recogen sangre de la región dorsal del tronco y pared posterior izquierda del abdomen, también cruzan la línea media.

Todo el drenaje venoso del aparato digestivo y del bazo pasa a través del hígado

Todo el drenaje venoso del aparato digestivo y del bazo pasa a través de un segundo lecho vascular en el hígado antes de llegar finalmente al corazón (fig. 4.19).

La sangre venosa del tubo digestivo, del páncreas, de la vesícula biliar y del bazo entra por la **vena porta hepática** a través de la cara inferior del hígado. Esta vena se ramifica después como una arteria para distribuir la sangre en pequeños sinusoides hepáticos recubiertos de endotelio, que forman la red de intercambio vascular del hígado.

Varias **venas hepáticas** cortas recogen la sangre que ha pasado por los sinusoides, y la vacían en la vena cava inferior justo antes de que atraviese el diafragma y llegue a la aurícula derecha del corazón.

En condiciones normales, los lechos vasculares que drena el sistema hepático portal conectan con lechos drenados por los vasos de la circulación general a través de pequeñas venas que finalmente se unen directamente con la vena cava superior o inferior.

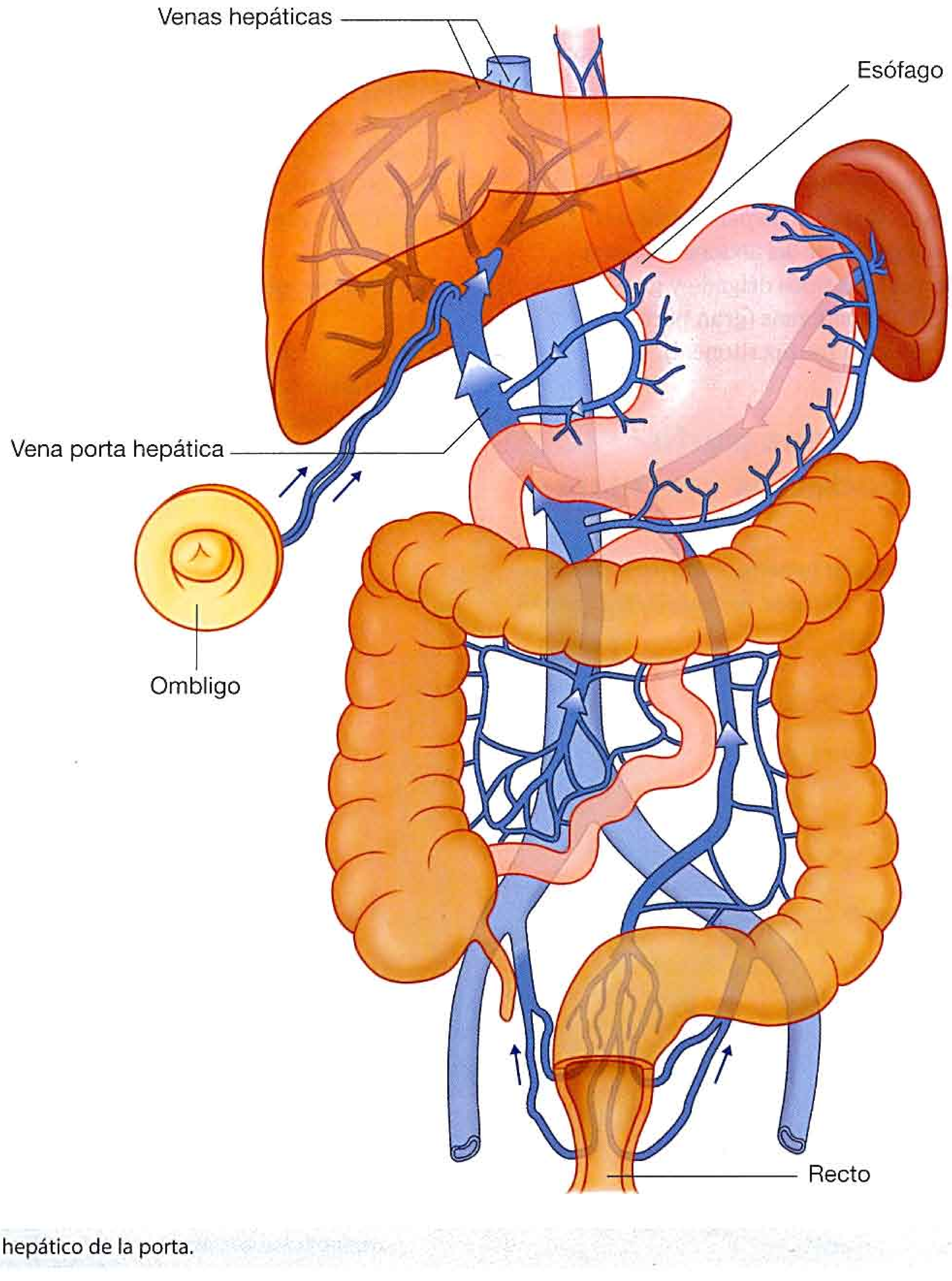


Fig. 4.19 Sistema hepático de la porta.

Anastomosis portocava

Entre las regiones de mayor importancia clínica donde coinciden parcialmente los sistemas de la cava y la porta, se encuentran las situadas en los extremos de la porción abdominal del aparato digestivo:

- Alrededor del extremo distal del esófago.
- Alrededor del extremo distal del recto.

Las venas pequeñas que acompañan a la vena umbilical atrofiada **(ligamento redondo del hígado)** forman otra anastomosis portocava importante.

El ligamento redondo del hígado une el ombligo de la pared anterior del abdomen con la rama izquierda de la vena porta cuando ésta entra en el hígado. Las venas pequeñas que discurren por este ligamento forman una conexión entre el sistema porta y las regiones paraumbilicales de la pared abdominal, que drenan en las venas de la circulación general.

Los sistemas porta y cava tienen otras conexiones:

- En la zona de contacto directo del hígado con el diafragma (el área desnuda del hígado).
- En la zona de contacto directo de la pared del tubo digestivo con la pared posterior del abdomen (zonas retroperitoneales de los intestinos delgado y grueso).
- La superficie posterior del páncreas (gran parte del páncreas queda en posición retroperitoneal).

Obstrucción de la vena porta hepática o de conductos vasculares del hígado

La obstrucción de la vena porta hepática o de los conductos vasculares del hígado puede cambiar las características del retorno venoso de la porción abdominal del aparato digestivo. Los vasos que conectan los sistemas porta y cava aumentan de calibre y se vuelven tortuosos, la sangre de las venas tributarias de la porta evita el paso por el hígado, entra en el sistema cava y llega al corazón. *La hipertensión portal puede producir varices esofágicas y hemorroides en los extremos distales del esófago y del recto, respectivamente, y «la cabeza de medusa» que consiste en un aumento de vasos de la circulación general desde las venas paraumbilicales, volviéndose visibles en la pared del abdomen.*

Las vísceras del abdomen están inervadas por un gran plexo paravertebral

La inervación de las vísceras del abdomen deriva de un gran plexo paravertebral unido fundamentalmente a las superficies anterior y lateral de la aorta (fig. 4.20). Los ramos están distribuidos para llegar a los tejidos irrigados por ramas de la aorta abdominal.

El plexo prevertebral consta de elementos simpáticos, parasimpáticos y sensitivos viscerales:

- Las fibras simpáticas parten de los niveles medulares T5 a L2.
- Las fibras parasimpáticas proceden del nervio vago (X) y niveles medulares S2 a S4.
- Las fibras sensitivas viscerales generalmente son paralelas a las vías motoras.

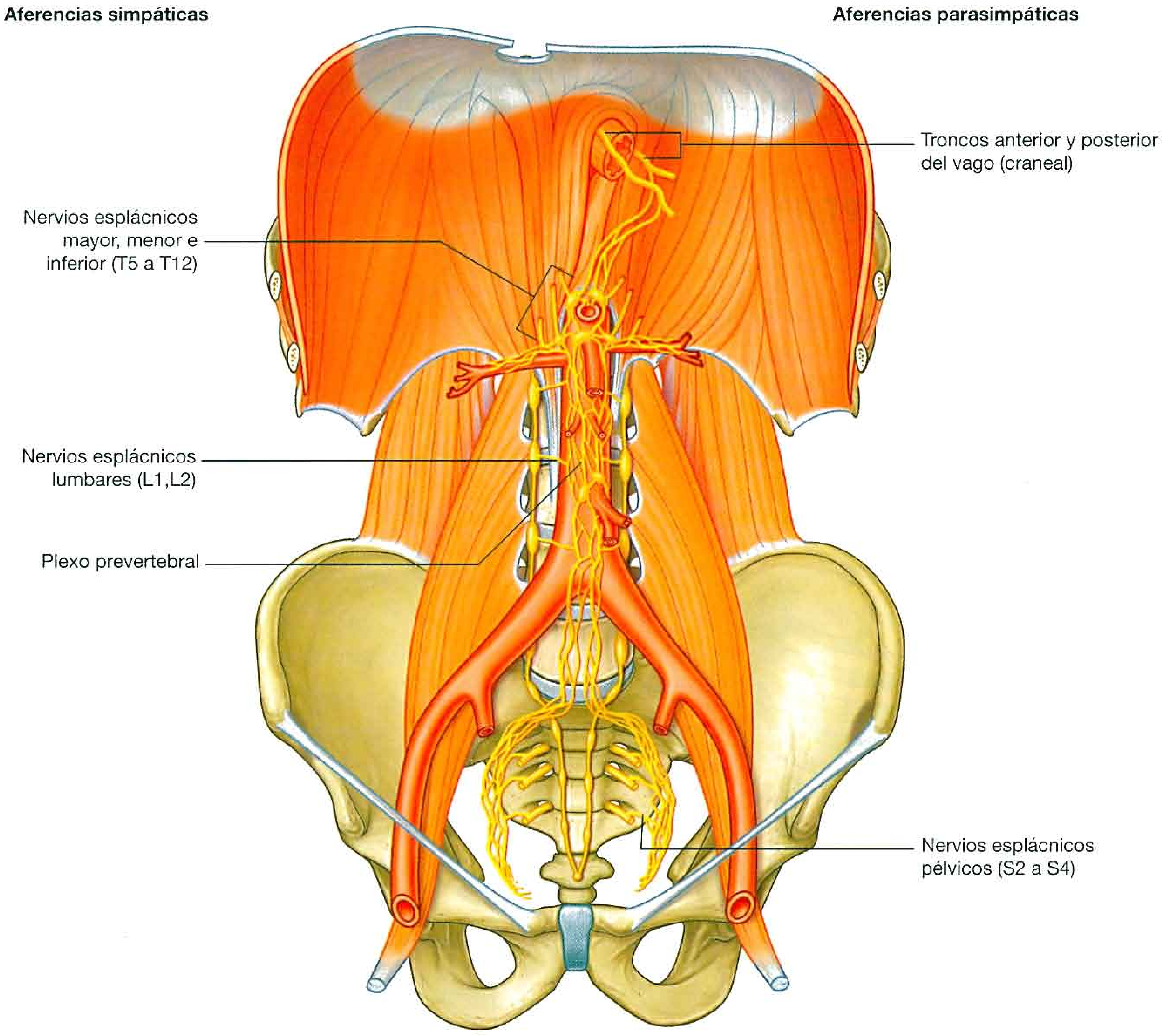


Fig. 4.20 Plexo prevertebral.

Anatomía regional

El abdomen es la parte del tronco inferior al tórax (fig. 4.21). Su pared musculoesquelética rodea una gran cavidad (la **cavidad abdominal**) que está limitada superiormente por el diafragma e inferiormente por el estrecho superior de la pelvis.

La cavidad abdominal puede extenderse superiormente hasta el cuarto espacio intercostal, e inferiormente se continúa con la cavidad pélvica. Contiene la **cavidad peritoneal** y las vísceras abdominales.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

La división topográfica del abdomen se utiliza para describir la situación de los órganos abdominales y el dolor relacionado con los problemas abdominales. Los dos esquemas más utilizados son:

- La división en cuatro cuadrantes.
- La división en nueve regiones.

División en cuatro cuadrantes

En esta división topográfica simple en cuatro cuadrantes, un plano horizontal transumbilical pasa por el ombligo y el disco intervertebral L3-L4 y lo corta un plano vertical medio, para formar cuatro cuadrantes: el superior derecho, superior izquierdo, inferior derecho e inferior izquierdo (fig. 4.22).

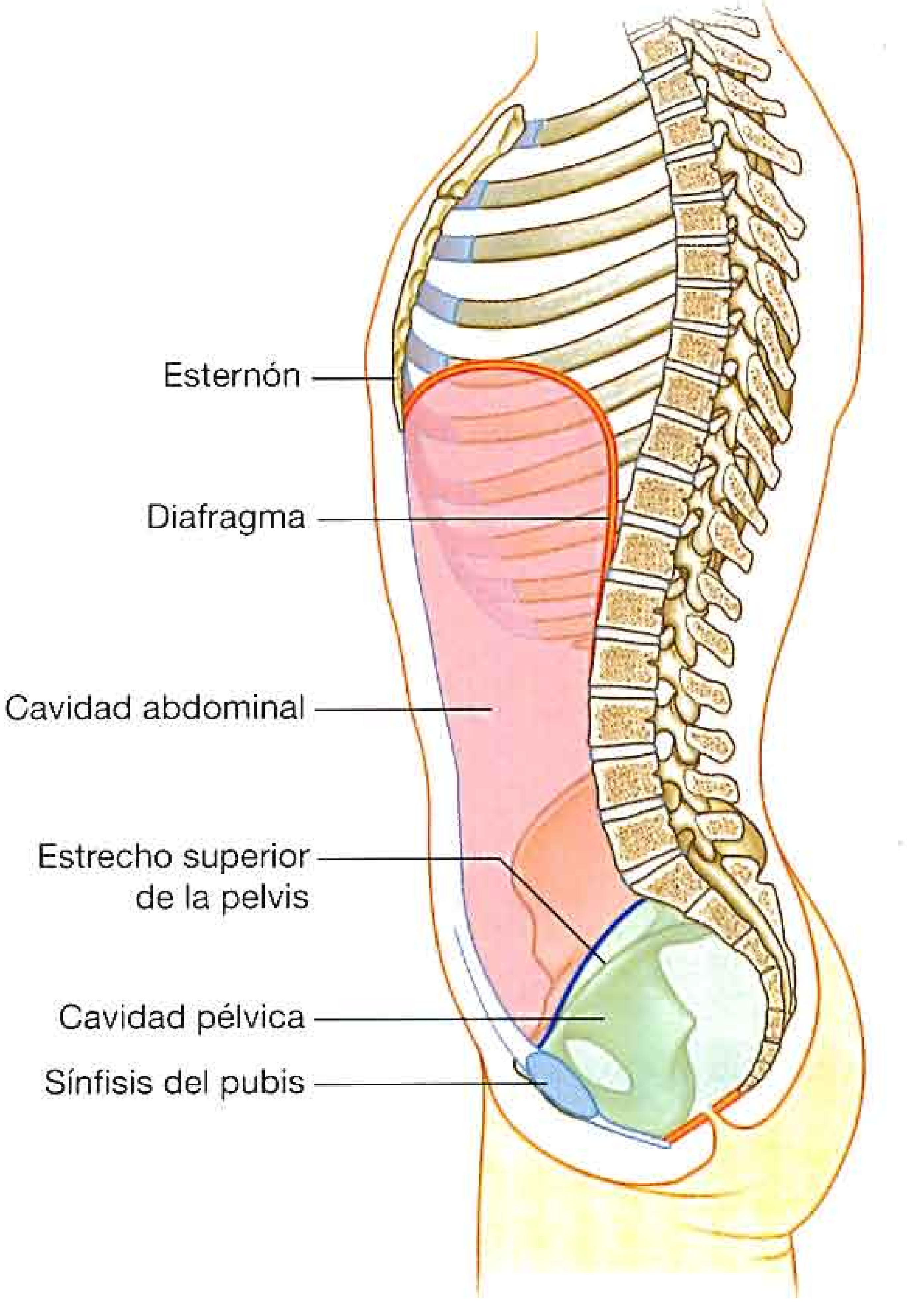


Fig. 4.21 Límites de la cavidad abdominal.

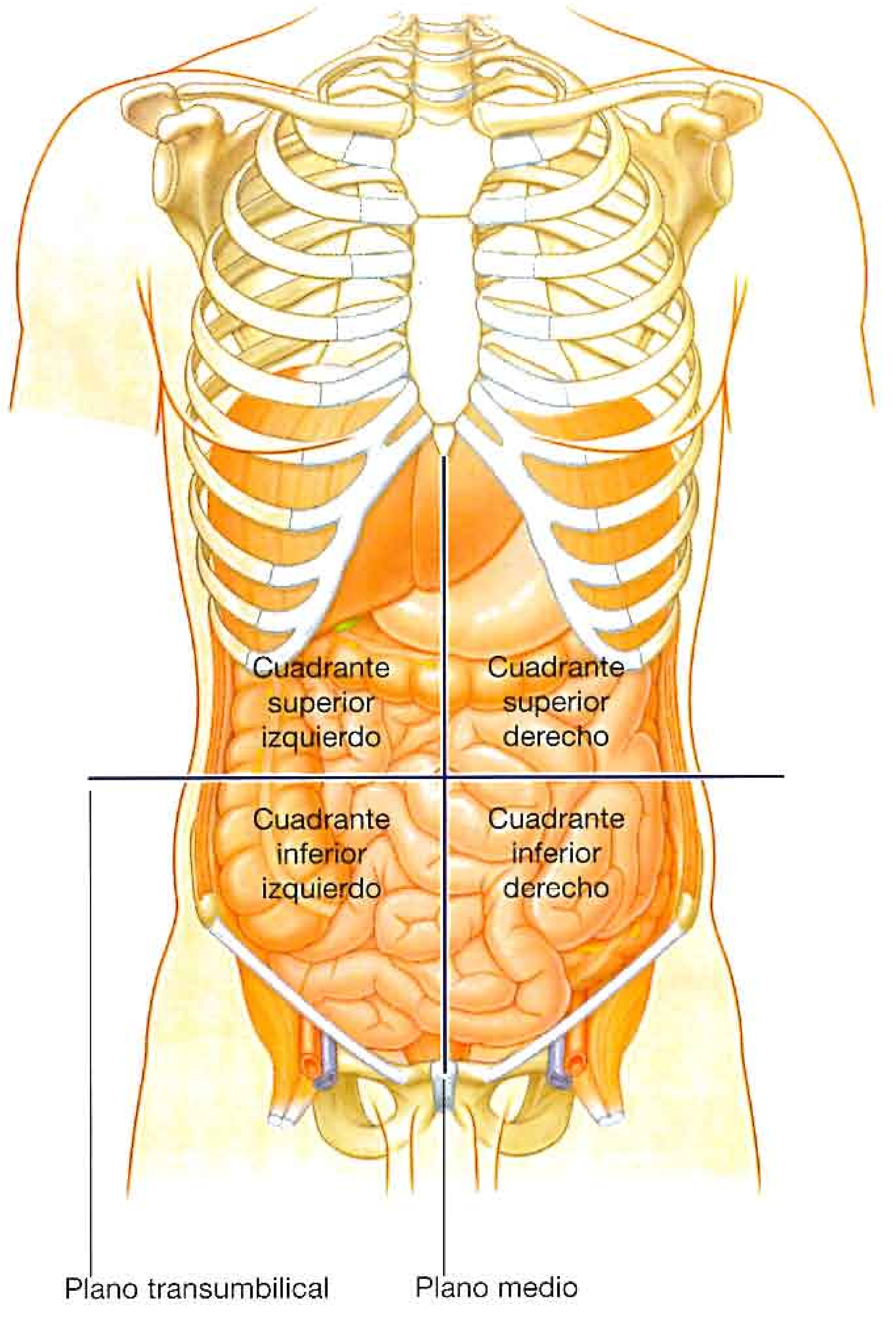


Fig. 4.22 División topográfica en cuatro cuadrantes.

División en nueve regiones

La división en nueve regiones se realiza con dos planos horizontales y dos verticales (fig. 4.23):

- El plano horizontal superior **(plano subcostal)** está justo por debajo de los bordes costales, es decir, en el borde inferior del cartílago costal de la costilla 10 y en la parte posterior pasa por el cuerpo de la vértebra L3. (Obsérvese, sin embargo, que en ocasiones se utiliza el **plano transpilórico**, trazado en el punto medio entre la escotadura yugular y la sínfisis del pubis o en el punto medio entre el ombligo y el extremo del cuerpo del esternón, y que en la parte posterior pasa por el borde inferior de la vértebra L1 y se cruza con el borde costal al final del cartílago costal 9).
- El plano horizontal inferior **(plano intertubercular)** pasa por las tuberosidades de las crestas ilíacas, que se palpan 5 cm por detrás de las espinas ilíacas superiores, y por la parte superior del cuerpo de la vértebra L5.
- Los planos verticales pasan por la línea medioclavicular y el punto medio entre la espina ilíaca superior y la sínfisis del pubis.

Estos cuatro planos forman las divisiones topográficas en la división en nueve regiones. Cada región recibe el siguiente nombre: en la parte superior, hipocondrio derecho, epigastrio e hipocondrio izquierdo; en la parte inferior la ingle derecha (región inguinal), región púbica (hipogastrio) e ingle izquierda (región inguinal); y en el medio el flanco derecho (región lateral), la región umbilical, y el flanco izquierdo (región lateral) (fig. 4.23).

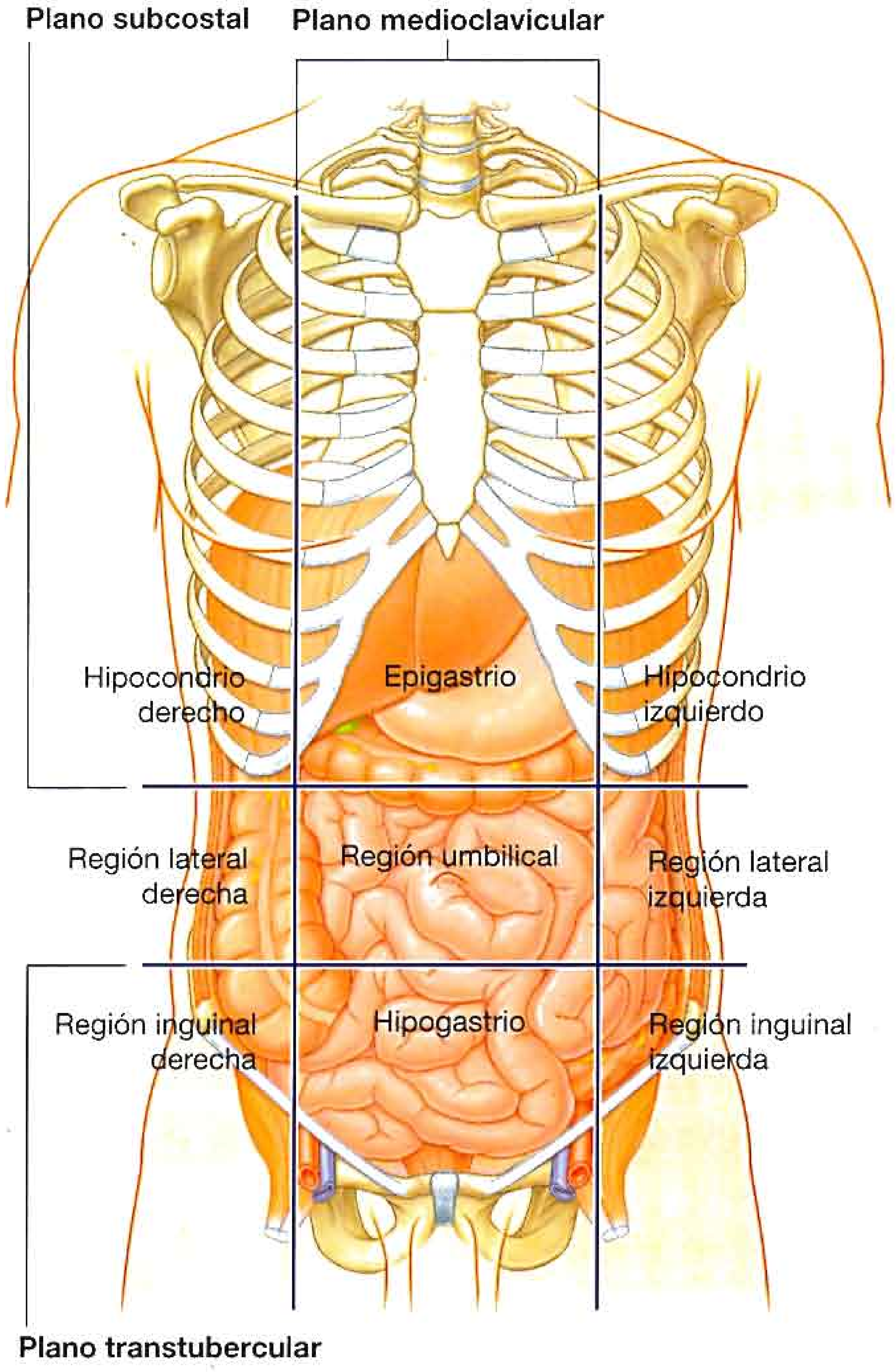


Fig. 4.23 División en nueve regiones.

Conceptos prácticos

Incisiones quirúrgicas

El acceso al abdomen y su contenido habitualmente se realiza a través de incisiones en la pared anterior del abdomen. Tradicionalmente las incisiones se realizaban en la zona que se iba a intervenir o cerca de ésta. Las incisiones generalmente eran amplias para permitir un buen acceso y una óptima visualización de la cavidad abdominal. Con el desarrollo de la anestesia y el uso extendido de relajantes musculares, las incisiones abdominales se hacen más pequeñas.

Actualmente, la incisión amplia utilizada con más frecuencia es la media desde la apófisis xifoides a la sínfisis del pubis, que ofrece acceso a la totalidad del contenido abdominal y permite realizar una exploración (laparotomía).

En otras ocasiones se utilizan incisiones mucho más pequeñas. Con la introducción de las cámaras pequeñas y el desarrollo de la cirugía laparoscópica, se pueden realizar incisiones pequeñas en la pared anterior del abdomen e introducir cámaras a través de ellas. La cavidad peritoneal se «infla» con anhídrido carbónico para aumentar el espacio en el que se va a realizar la intervención. Se pueden introducir instrumentos a través de otros orificios, y realizar intervenciones como colecistectomías (extracción de la vesícula biliar) y apendicectomías (extracción del apéndice), que permiten dar el alta al paciente más precozmente que cuando se utilizan incisiones amplias.

PARED DEL ABDOMEN

La pared del abdomen cubre una amplia superficie. Está limitada superiormente por la apófisis xifoides y los bordes costales, posteriormente por la columna vertebral e inferiormente por la parte superior de los huesos ilíacos. Tiene las siguientes capas: piel, fascia superficial (tejido subcutáneo), músculos y sus correspondientes fascias profundas, fascia extraperitoneal y peritoneo parietal (fig. 4.24).

Fascia superficial

La fascia superficial de la pared del abdomen (tejido subcutáneo del abdomen) es una capa de tejido conjuntivo graso. Habitualmente es una única capa parecida a la fascia superficial de otras regiones del cuerpo, y continúa con ellas. Sin embargo, en la zona inferior de la parte anterior de la pared del abdomen, por debajo del ombligo, forma dos capas: una capa grasa superficial y una capa profunda membranosa.

Capa superficial

La capa grasa superficial de la fascia superficial **(fascia de Camper)** está formada por grasa y es de grosor variable (figs. 4.25 y 4.26). Se continúa con la fascia superficial del muslo por encima del ligamento inguinal y con una capa similar en el periné.

En los hombres, esta capa superficial cubre el pene y después de perder la grasa y unirse a la capa profunda de la fascia superficial, continúa dentro del escroto donde forma una capa de fascia diferenciada que contiene fibras de músculo liso (el **dartos**). En las mujeres, esta capa superficial conserva algo de grasa y es una parte de los labios mayores.

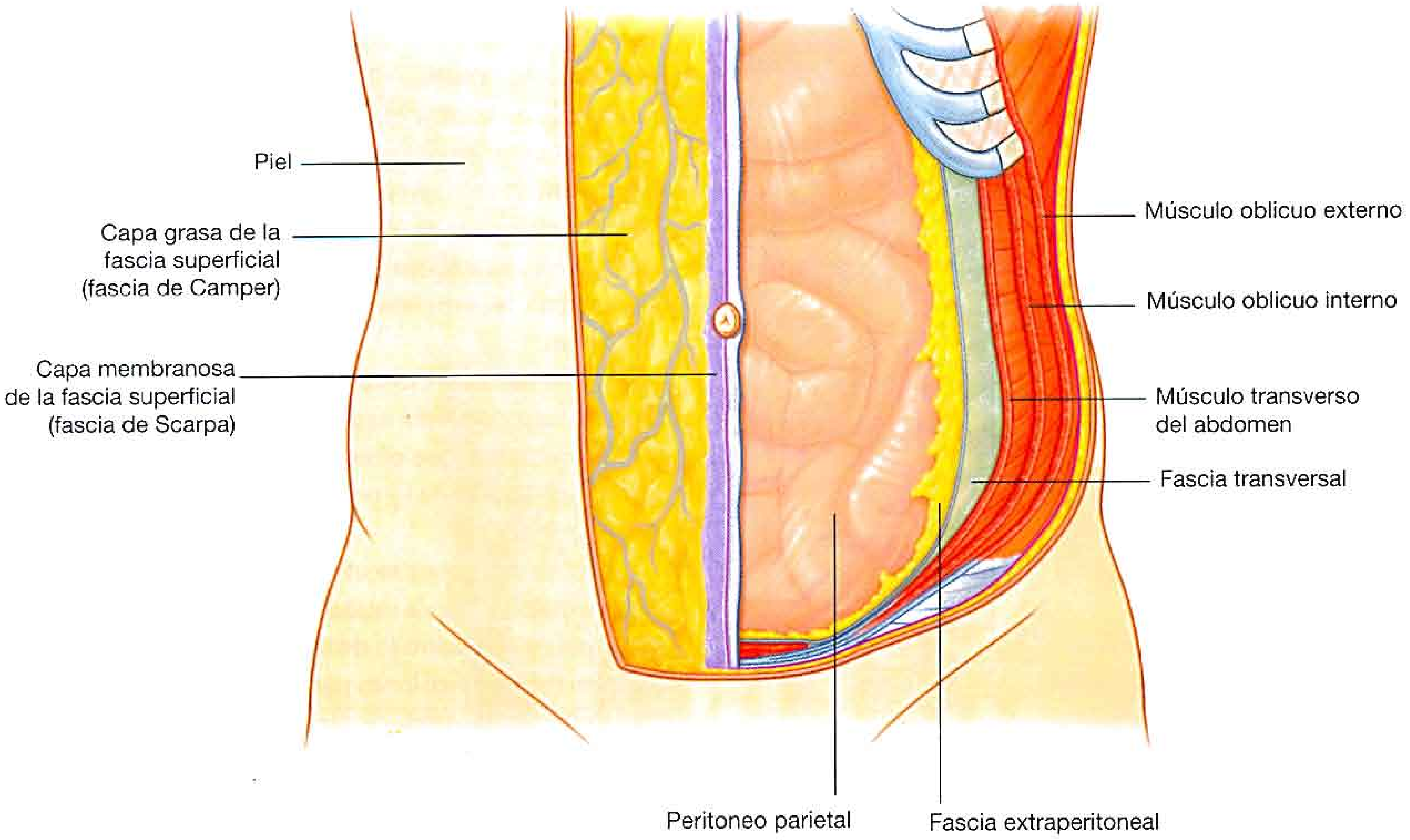


Fig. 4.24 Capas de la pared del abdomen.

Capa profunda

La capa profunda membranosa de la fascia superficial **(fascia de Scarpa)** es fina y membranosa, y contiene poca grasa o carece de ella (fig. 4.25). En la parte inferior, continúa en el muslo, pero justo por debajo del ligamento inguinal se une a la fascia profunda del muslo (la **fascia lata:** fig. 4.26). En la línea media está insertada firmemente en la línea alba y la sínfisis del pubis. Continúa por la parte anterior del periné donde se inserta firmemente en las ramas isquiopubianas y en el borde posterior de la membrana del periné. En esta zona se le da el nombre de **fascia perineal superficial (fascia de Colles).**

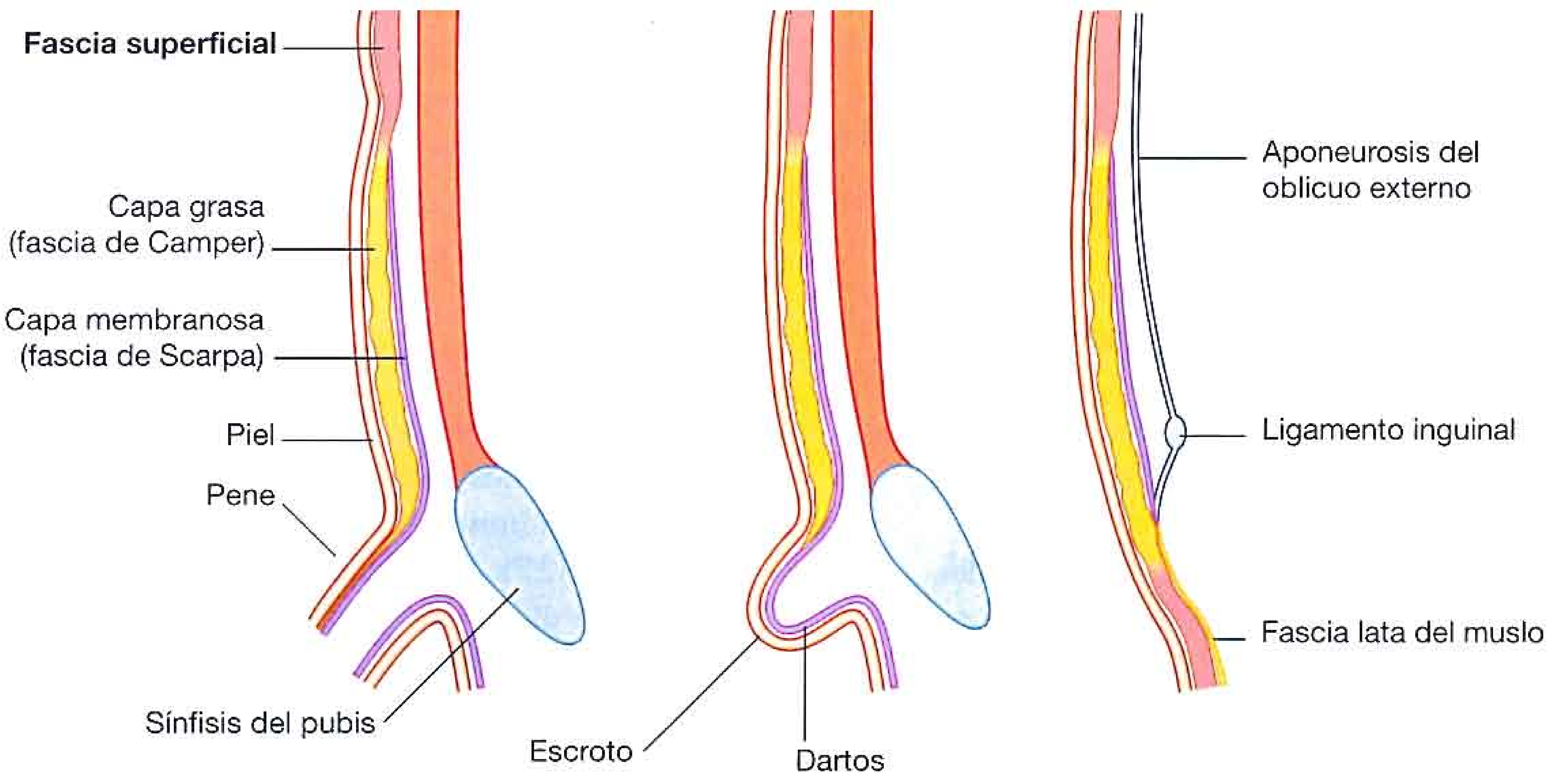


Fig. 4.25 Fascia superficial.

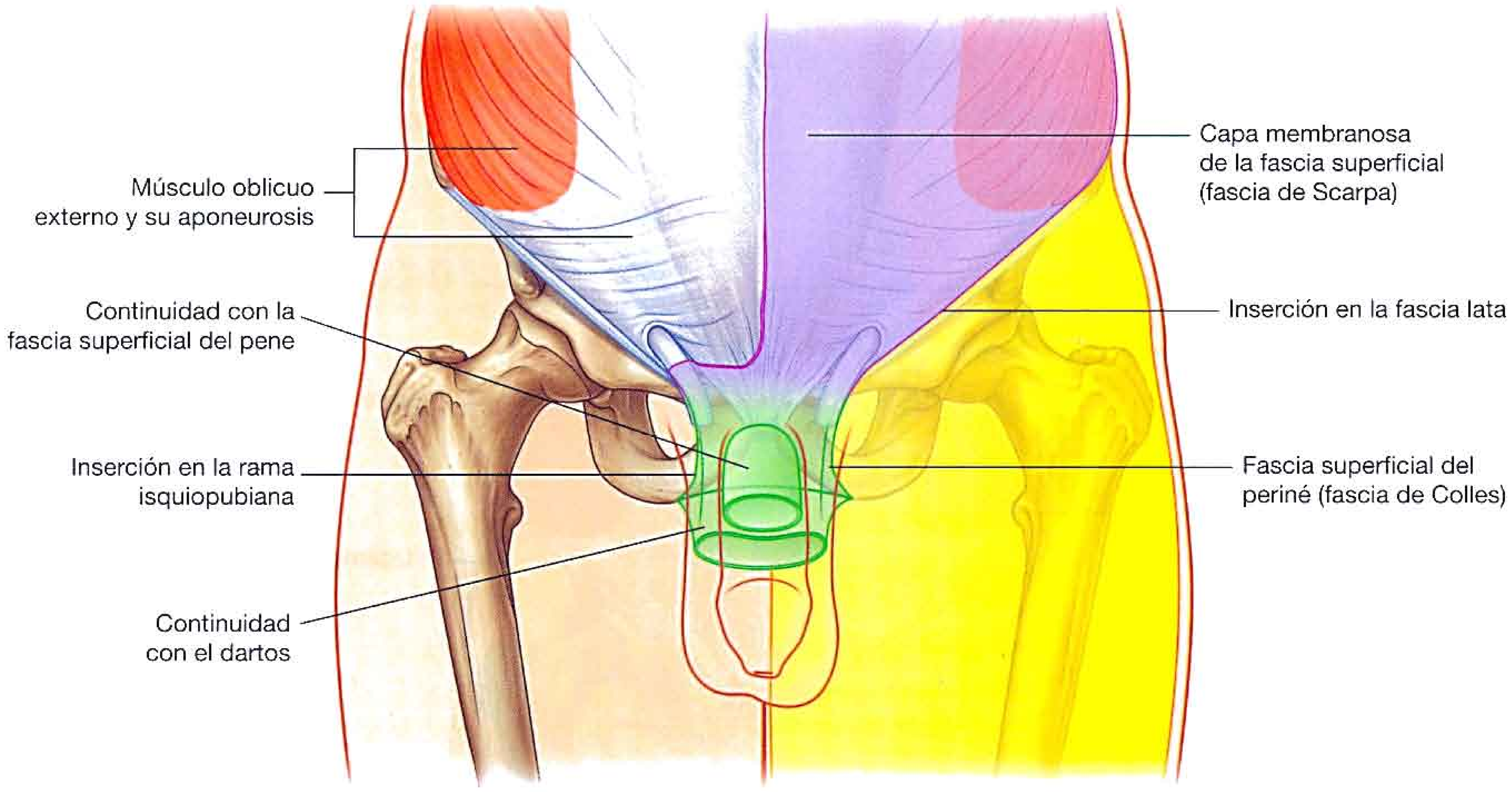


Fig. 4.26 Continuidad de la capa membranosa de la fascia superficial con otras zonas.

En los hombres, la capa membranosa profunda de la fascia superficial se confunde con la capa superficial cuando pasan sobre el pene, formando la fascia superficial del pene, antes de llegar al escroto donde forman el dartos (fig. 4.25).También en los hombres, la prolongación de la capa membranosa profunda de la fascia superficial unida a la sínfisis del pubis pasa por debajo al dorso y lados del pene formando el **ligamento fundiforme del pene.** En las mujeres, la capa membranosa de la fascia superficial continúa en los labios mayores y la porción anterior del periné.

Músculos anterolaterales

En el grupo muscular anterolateral de la pared del abdomen se encuentran cinco músculos:

- Tres músculos planos cuyas fibras nacen en la parte posterolateral, pasan hacia delante y se convierten en una aponeurosis hacia la línea media, los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transverso del abdomen.
- Dos músculos verticales, cerca de la línea media, envueltos en una vaina tendinosa formada por las aponeurosis de los músculos planos.

Cada uno de estos cinco músculos tiene acciones específicas, pero en conjunto son fundamentales para mantener muchas de las funciones fisiológicas normales. Debido a su situación forman una pared firme pero flexible que mantiene las vísceras abdominales dentro de la cavidad abdominal, protege las vísceras de lesiones y ayuda a mantener la posición de las vísceras en la postura erecta contra la acción de la gravedad.

Además, la contracción de estos músculos colabora en la espiración normal y forzada empujando las vísceras hacia arriba (lo que ayuda a llevar el diafragma relajado más arriba en la cavidad torácica), y en la tos y el vómito.

Estos músculos también intervienen en cualquier acción que aumente la presión intraabdominal, como el parto, la micción y la defecación.

Músculos planos

Oblicuo externo

El músculo **oblicuo externo** es el más superficial de los tres músculos planos del grupo anterolateral de la pared del abdomen. Está inmediatamente por debajo de la fascia superficial (fig. 4.27). Sus fibras están situadas lateralmente y siguen una dirección inferointerna, mientras que su amplia aponeurosis cubre la parte anterior de la pared abdominal hasta la línea media. Cerca de la línea media, las aponeurosis se unen y forman la línea alba, que va desde la apófisis xifoides hasta la sínfisis del pubis.

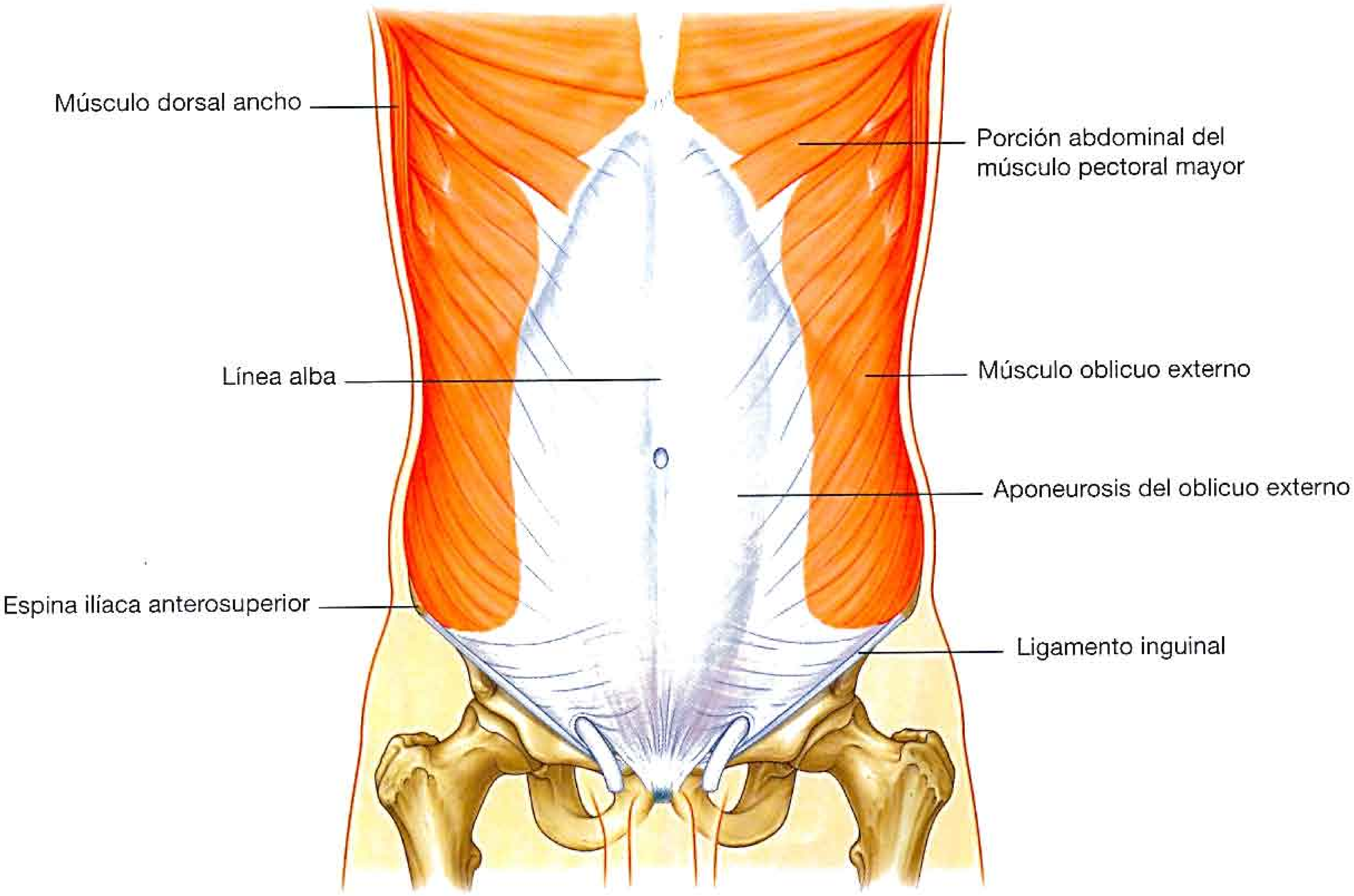


Fig. 4.27 Músculo oblicuo externo y su aponeurosis.

Ligamentos relacionados

El borde inferior de la aponeurosis oblicua externa forma a cada lado el **ligamento inguinal** (fig. 4.27). Este borde libre reforzado de la aponeurosis oblicua externa, pasa entre la espina ilíaca anterosuperior en la parte lateral, y la espina del pubis en la parte interna (fig. 4.28). Se dobla sobre sí mismo formando una depresión, que desempeña un papel importante en la formación del conducto inguinal.

Varios ligamentos más están formados a partir de prolongaciones de las fibras en el extremo interno del ligamento inguinal:

- El **ligamento lacunar** es una prolongación de fibras en forma creciente en el extremo interno del ligamento inguinal que pasa hacia atrás para insertarse en la **cresta pectínea** de la rama superior del pubis (figs. 4.28 y 4.29).
- Otras fibras se extienden del ligamento lacunar a lo largo de la cresta pectínea del borde del pubis para formar el **ligamento pectíneo (de Cooper).**

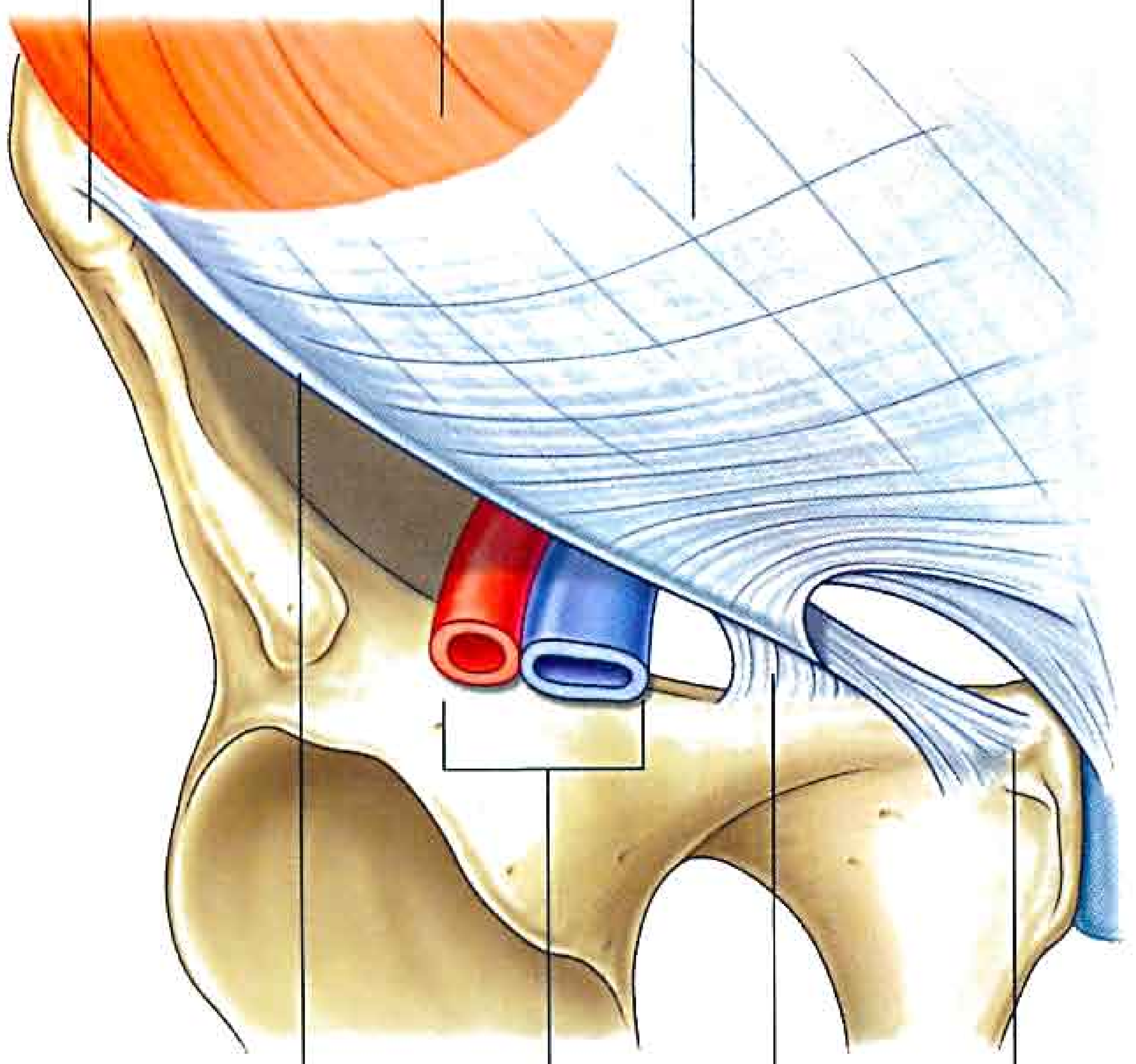


Fig. 4.28 Ligamentos formados a partir de la aponeurosis del oblicuo externo.

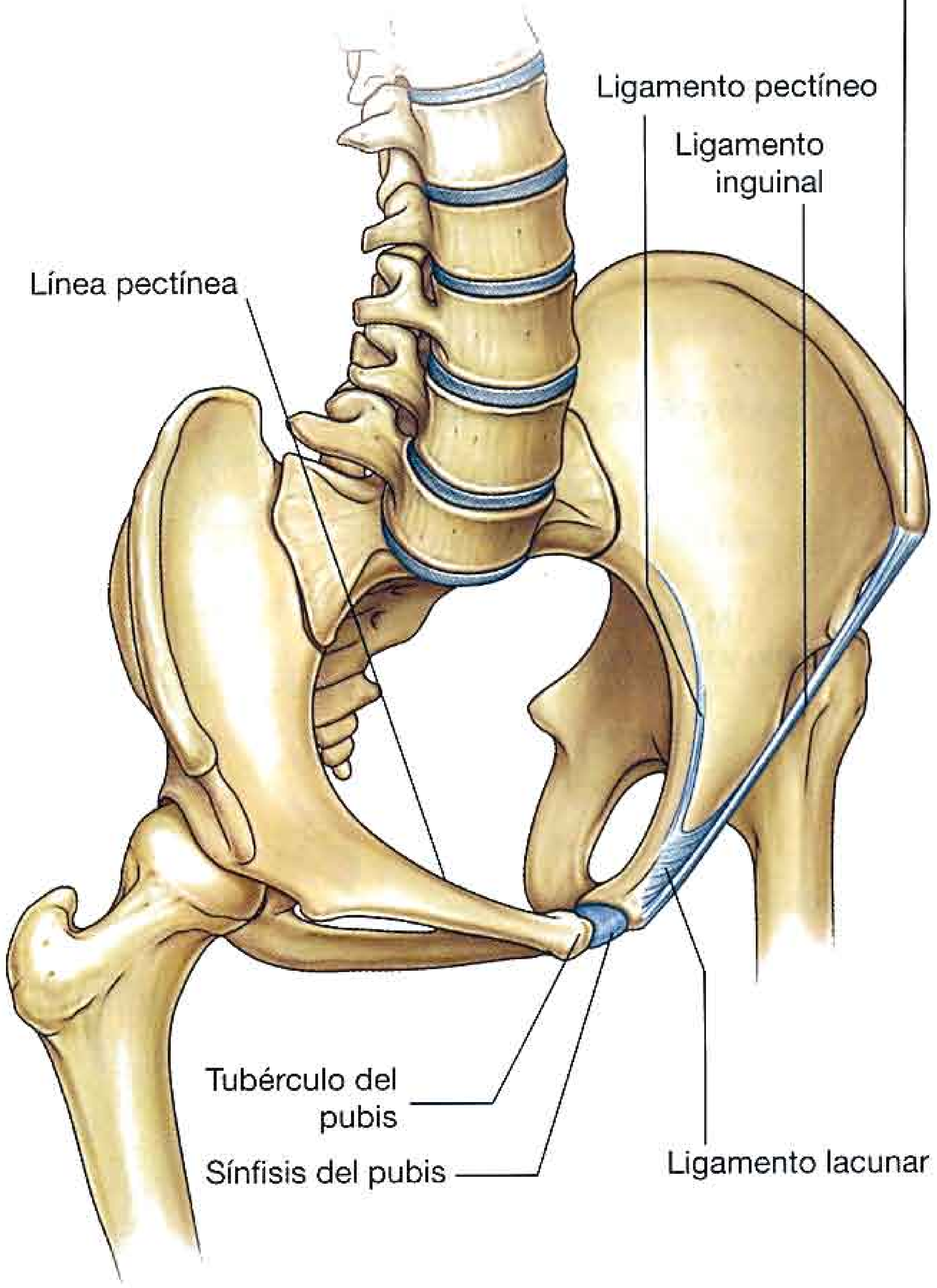


Fig. 4.29 Ligamentos de la región inguinal.

Oblicuo interno

Por debajo del músculo oblicuo externo está el músculo **oblicuo interno**, que es el segundo de los tres músculos planos (fig. 4.30). Este músculo es de menor tamaño y más fino que el oblicuo externo, y la mayor parte de sus fibras discurren en dirección superointerna. La porción muscular lateral termina en la parte anterior en una aponeurosis que se funde con la línea alba en la línea media.

Transverso del abdomen

Por debajo del músculo oblicuo interno está el músculo transverso del abdomen (fig. 4.31), llamado así por la dirección de la mayor parte de sus fibras musculares. Termina en una aponeurosis anterior que se une a la línea alba en la línea media.

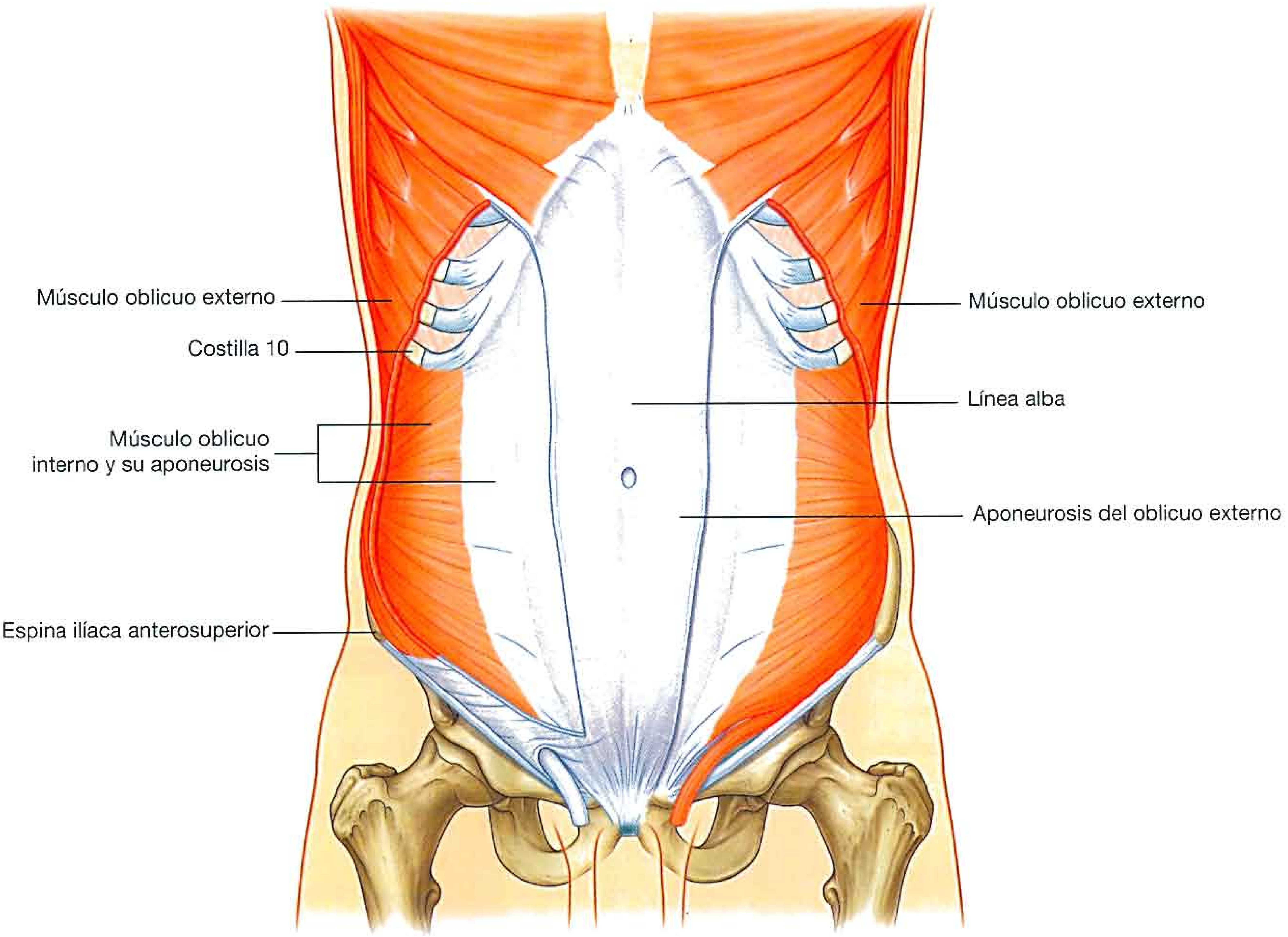


Fig. 4.30 Músculo oblicuo interno y su aponeurosis.

Fascia transversal

Las superficies anterior y posterior de los tres músculos planos están cubiertas por una capa de fascia abdominal de revestimiento. En general, estas capas no se ven, excepto la capa profunda del músculo transverso del abdomen (la **fascia transversal**), que está más desarrollada.

La fascia transversal es una capa continua de fascia que recubre la cavidad abdominal y continúa en la cavidad pélvica. Cruza la línea media en la parte anterior uniéndose a la fascia transversal del otro lado y tiene continuidad con la superficie interna del diafragma. En la parte posterior es continua con la fascia profunda que cubre los músculos de la pared posterior del abdomen y se inserta en la fascia toracolumbar.

Después de insertarse en la cresta ilíaca, la fascia transversa se une a la fascia que cubre los músculos relacionados con las regiones superiores de los huesos de la pelvis y con las fascias similares que cubren los músculos de la cavidad pélvica. En este punto se conoce como **fascia pélvica parietal** (o **endopélvica**).

Por tanto, existe una capa continua de fascia rodeando a la cavidad abdominal que es gruesa en algunas zonas, fina en otras, insertada o libre, y participa en la formación de estructuras especializadas.

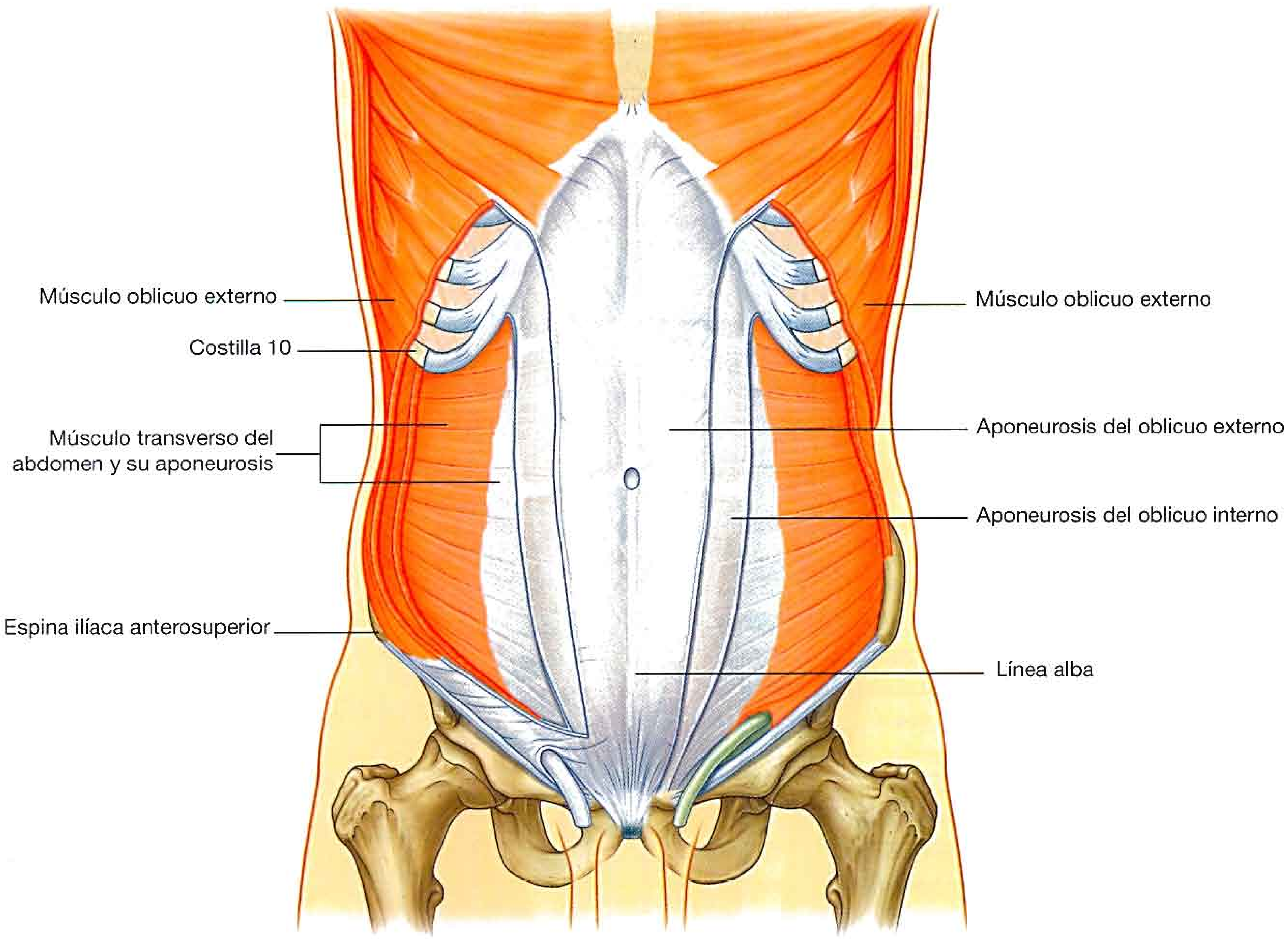


Fig. 4.31 Músculo transverso del abdomen y su aponeurosis.

Músculos verticales

Los dos músculos verticales del grupo muscular anterolateral de la pared abdominal (tabla 4.1) son el recto del abdomen y el piramidal (fig. 4.32).

Recto del abdomen

El **recto del abdomen** es un músculo largo y plano que se extiende a lo largo de la pared anterior del abdomen. Es un músculo par separado por la línea alba en la línea media, y se

Tabla 4.1 Músculos de la pared del abdomen

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Oblicuo externo	Prolongaciones musculares desde las superficies externas de las últimas ocho costillas (5-12)	Labio lateral de la cresta ilíaca; aponeurosis que termina en el rafe medio (línea alba)	Ramos anteriores de los seis últimos nervios raquídeos torácicos (T7 a T12)	Comprime el contenido del abdomen; ambos músculos flexionan el tronco; cada uno dobla el tronco a su lado, llevando la parte anterior del abdomen al lado contrario
Oblicuo interno	Fascia toracolumbar; cresta ilíaca entre los orígenes del externo y el transverso; dos tercios laterales del ligamento inguinal.	Borde inferior de las últimas tres o cuatro costillas; aponeurosis que termina en la línea alba; cresta del pubis y línea pectínea.	Ramos anteriores de los seis últimos nervios raquídeos torácicos (T7 a T12) y L1	Comprime el contenido del abdomen; ambos músculos flexionan el tronco; cada uno dobla el tronco y lleva la parte anterior al mismo lado
Transverso del abdomen	Fascia toracolumbar; labio interno de la cresta ilíaca; tercio lateral del ligamento inguinal; cartílagos costales de las seis últimas costillas (7-12)	Aponeurosis que termina en la línea alba; cresta del pubis y línea pectínea	Ramos anteriores de los seis últimos nervios raquídeos torácicos (T7 a T12) y L1	Comprime el contenido del abdomen
Recto del abdomen	Cresta del pubis, tubérculo del pubis y sínfisis del pubis.	Cartílagos costales de las costillas 5 a 7; apófisis xifoides.	Ramos anteriores de los siete últimos nervios raquídeos torácicos y L1	Comprime el contenido del abdomen; flexiona la columna vertebral; tensa la pared del abdomen
Piramidal	Cara anterior del pubis y sínfisis del pubis	Dentro de la línea alba	Ramo anterior de T1	Tensa la línea alba

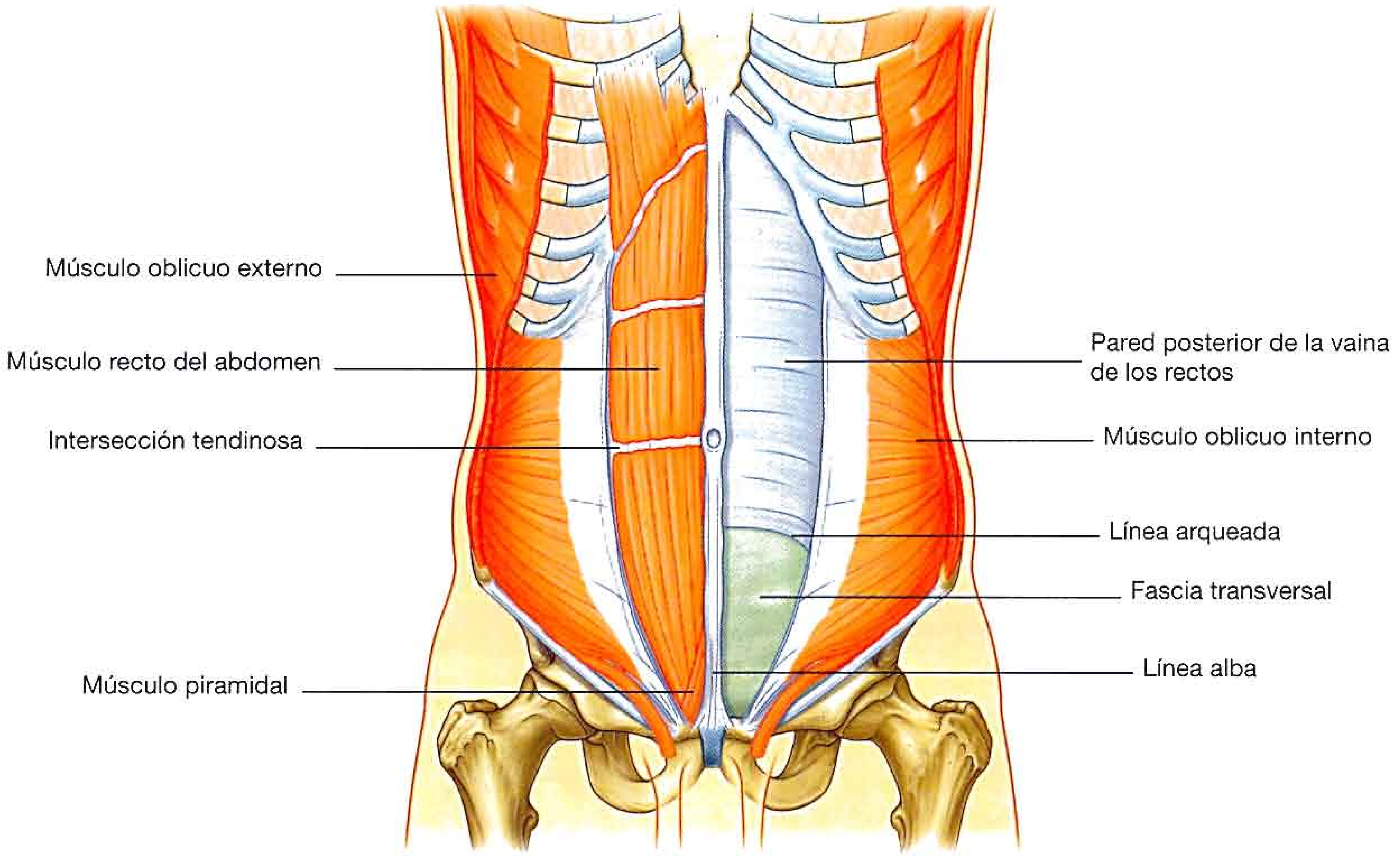


Fig. 4.32 Músculos recto del abdomen y piramidal.

ensancha y adelgaza en su camino desde la sínfisis del pubis al borde costal. En toda su longitud lo cruzan tres o cuatro bandas fibrosas o **intersecciones tendinosas** (fig. 4.32). Son fácilmente visibles en personas con el recto abdominal bien desarrollado.

Piramidal

El segundo músculo vertical es el piramidal. Este músculo pequeño en forma de triángulo, que puede faltar, está por delante del recto del abdomen, tiene la base en el pubis, y su vértice se inserta en la parte superior e interna en la línea alba (fig. 4.32).

Vaina de los rectos

Los músculos recto del abdomen y piramidal están encerrados en una banda tendinosa aponeurótica (la **vaina de los rectos**) formada por una capa única de las aponeurosis de los músculos oblicuos interno y externo y el transverso del abdomen (fig. 4.33).

La vaina de los rectos envuelve totalmente los tres cuartos superiores del recto del abdomen y cubre la superficie anterior del cuarto inferior del músculo. El músculo recto del abdomen está en contacto directo con la fascia transversal en el cuarto inferior al no estar cubierto por la vaina de los rectos en esta zona.

La formación de la vaina de los rectos que rodea las tres cuartas partes superiores del recto del abdomen es como sigue:

- La capa anterior está formada por la aponeurosis del oblicuo externo y la mitad de la aponeurosis del oblicuo interno que se divide en el borde lateral del recto del abdomen.
- La capa posterior de la vaina de los rectos está formada por la otra mitad de la aponeurosis del oblicuo interno y por la aponeurosis del transverso del abdomen.

En el punto medio entre el ombligo y la sínfisis del pubis, que corresponde al límite del cuarto inferior del músculo recto del abdomen, todas las aponeurosis pasan a ser anteriores. Desaparece la capa posterior de la vaina de los rectos y la capa anterior está formada por las aponeurosis del oblicuo externo, el oblicuo interno y el transverso del abdomen. Desde este punto y hacia abajo, el músculo recto del abdomen está en contacto directo con la fascia transversal. Existe un arco de fibras (la **línea arqueada**; v. fig. 4.32) que señala este punto de transición.

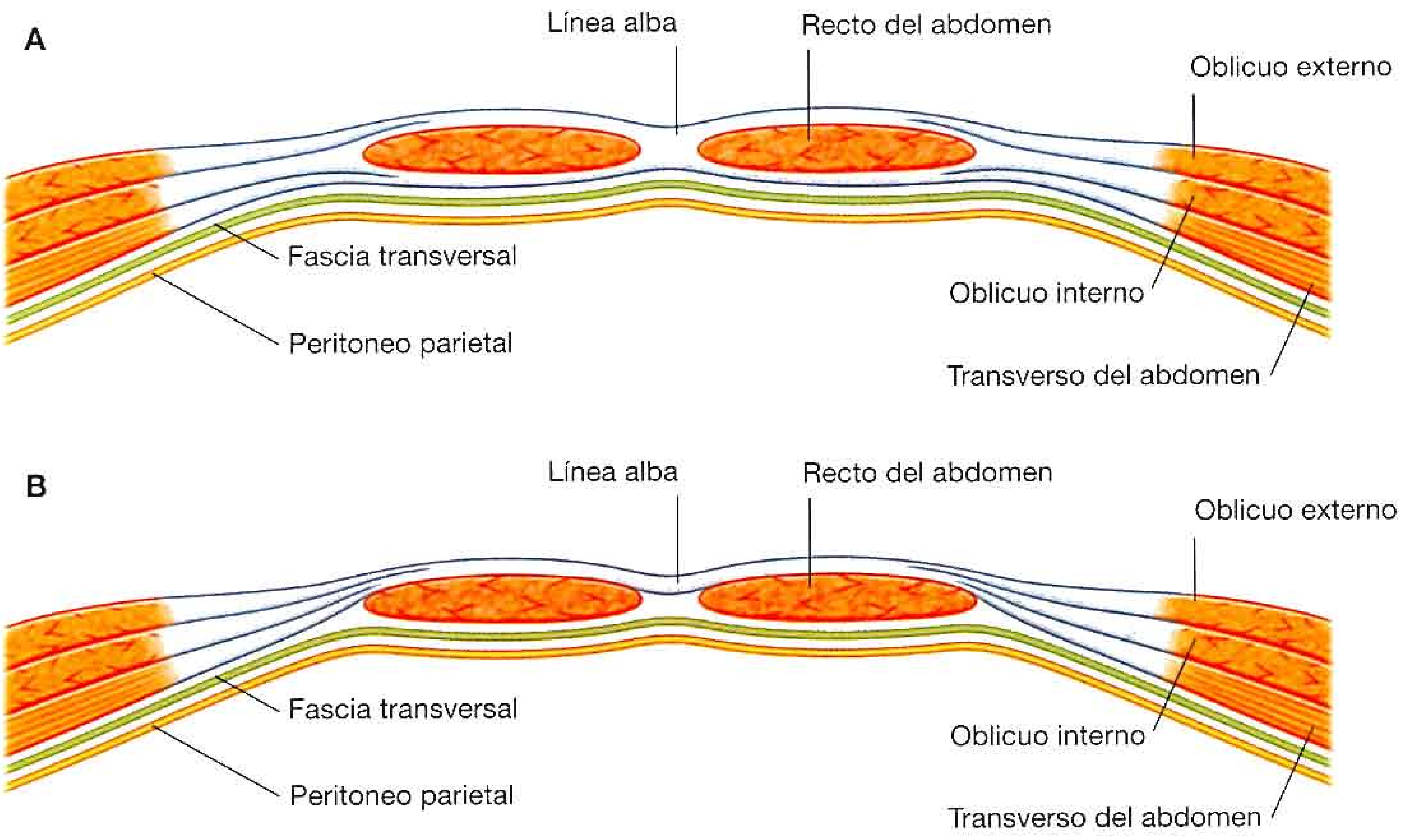


Fig. 4.33 Organización de la vaina de los rectos. **A.** Corte transversal por los tres cuartos superiores de la vaina. **B.** Corte transversal por el cuarto inferior de la vaina de los rectos.

Fascia extraperitoneal

Por debajo de la fascia transversal se encuentra una capa de tejido conjuntivo, la **fascia extraperitoneal,** que separa la fascia transversal del peritoneo (fig. 4.34). Esta capa, que contiene una cantidad variable de grasa, recubre la cavidad peritoneal y continúa recubriendo la cavidad pélvica con una capa similar. Es más apreciable en la pared posterior del abdomen, sobre todo alrededor de los riñones, envuelve órganos cubiertos por reflexiones del peritoneo, y se extiende por los mesenterios con los vasos sanguíneos al localizarse la vascularización en esta capa. A las vísceras que se encuentran en la fascia retroperitoneal se las llama **retroperitoneales.**

En la descripción de técnicas quirúrgicas específicas, la terminología utilizada para describir la fascia extraperitoneal está modificada. La fascia que se dirige a la parte anterior del cuerpo se describe como preperitoneal (o con menos frecuencia, properitoneal) y la fascia que va a la parte posterior se conoce como retroperitoneal (fig. 4.35). Son ejemplos de la utilización de estos términos la continuidad de grasa en el conducto inguinal con grasa preperitoneal y una reparación laparoscópica transabdominal preperitoneal de una hernia inguinal.

Peritoneo

Por debajo de la fascia extraperitoneal está el peritoneo (v. figs. 4.6 y 4.7 en págs. 225 y 226). Esta fina membrana serosa recubre las paredes de la cavidad abdominal y se refleja en las vísceras abdominales en algunos puntos proporcionando una envoltura total o parcial. El peritoneo que cubre la pared es el peritoneo parietal; el peritoneo que cubre las vísceras es el peritoneo visceral.

El peritoneo parietal forma un saco que cubre de forma continua las paredes del abdomen. Este saco está cerrado en hombres, pero tiene dos orificios en mujeres donde las trompas uterinas se comunican con el exterior. Este saco cerrado en hombres y semicerrado en mujeres es la cavidad peritoneal.

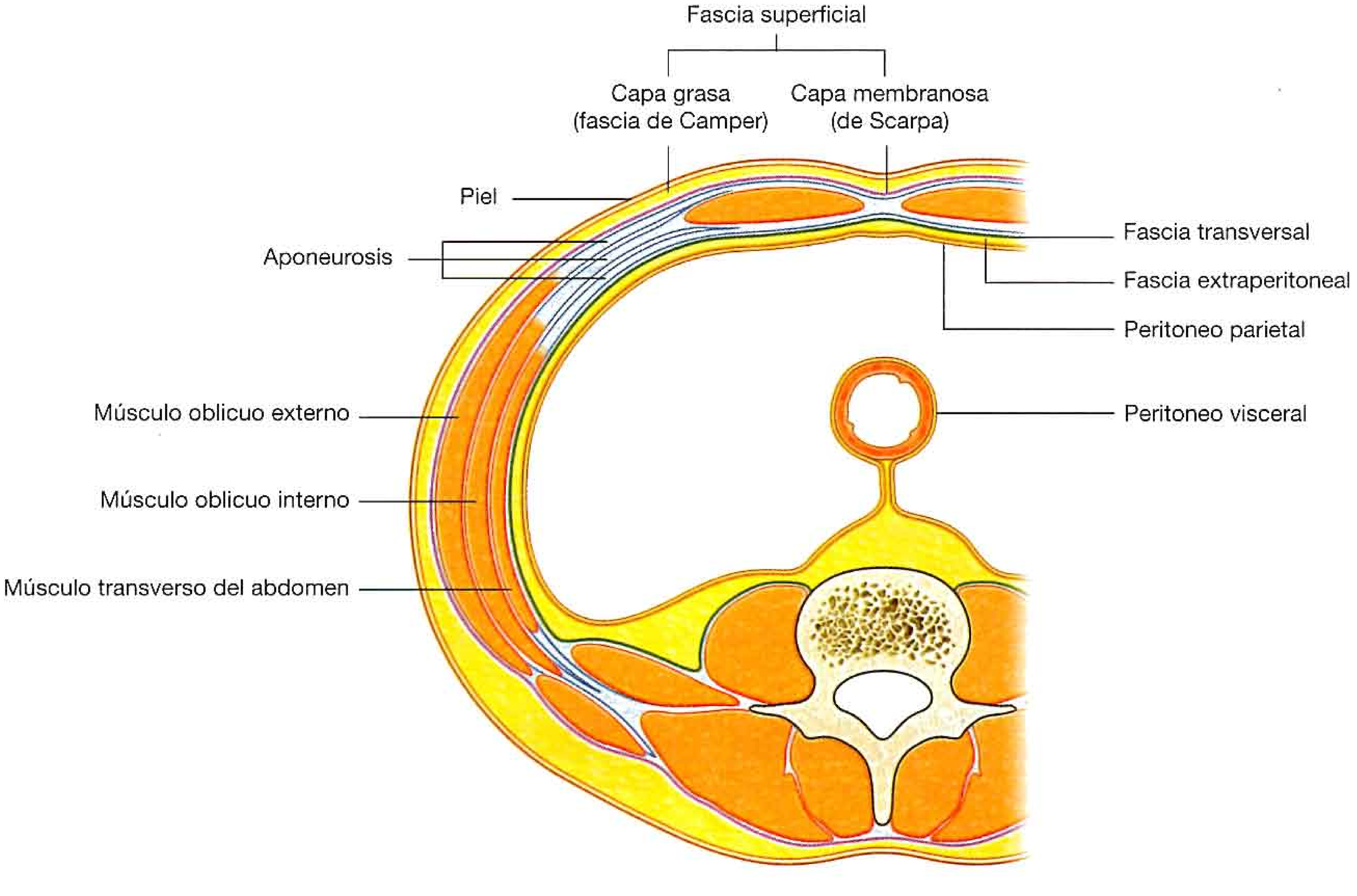


Fig. 4.34 Corte transversal que muestra las capas de la pared del abdomen.

Inervación

La piel y los músculos de la pared anterolateral del abdomen están inervados por los nervios raquídeos T7 a T12 y L1. Los ramos anteriores de estos nervios rodean el cuerpo de posterior a anterior, en dirección inferointerna (fig. 4.36). En su camino dan un ramo cutáneo lateral y terminan en un ramo cutáneo anterior.

Los nervios intercostales (T7 a T11) salen de los espacios intercostales, pasan por debajo de los cartílagos costales y siguen en la pared anterolateral del abdomen entre los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen (fig. 4.37). Al llegar al borde lateral de la vaina de los rectos, penetran en ella y pasan por detrás de la cara lateral del músculo recto del abdomen. Cerca de la línea media, un ramo cutáneo anterior cruza el recto del abdomen y la pared anterior de la vaina de los rectos para inervar la piel.

El nervio raquídeo T12 **(nervio subcostal)** sigue un recorrido similar a los intercostales. Los ramos de L1 (**nervio iliohipogástrico** y **nervio ilioinguinal**), procedentes del plexo lumbar, inicialmente tienen un recorrido parecido, pero después se desvían cerca de su destino final.

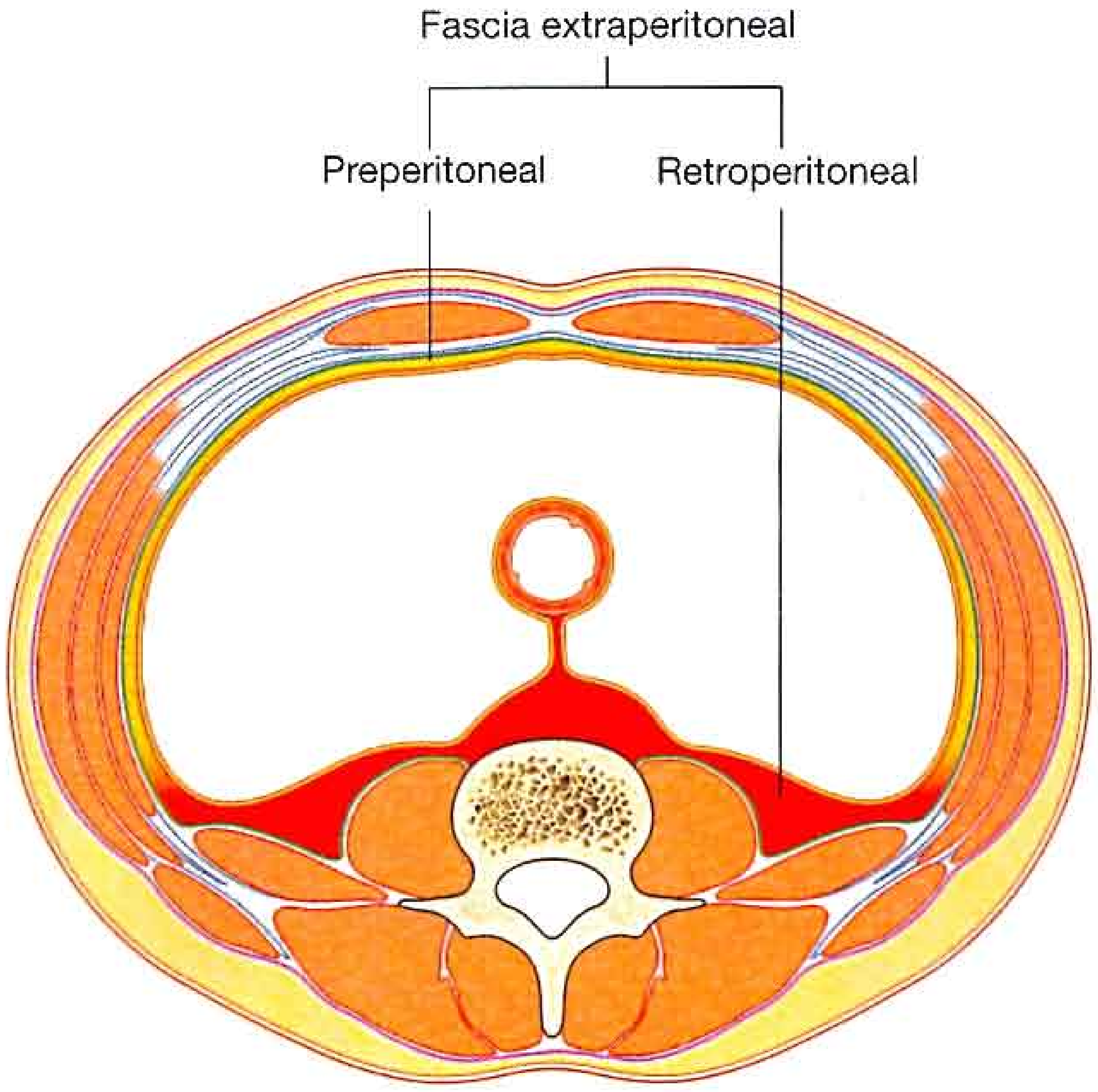


Fig. 4.35 Subdivisiones de la fascia extraperitoneal.

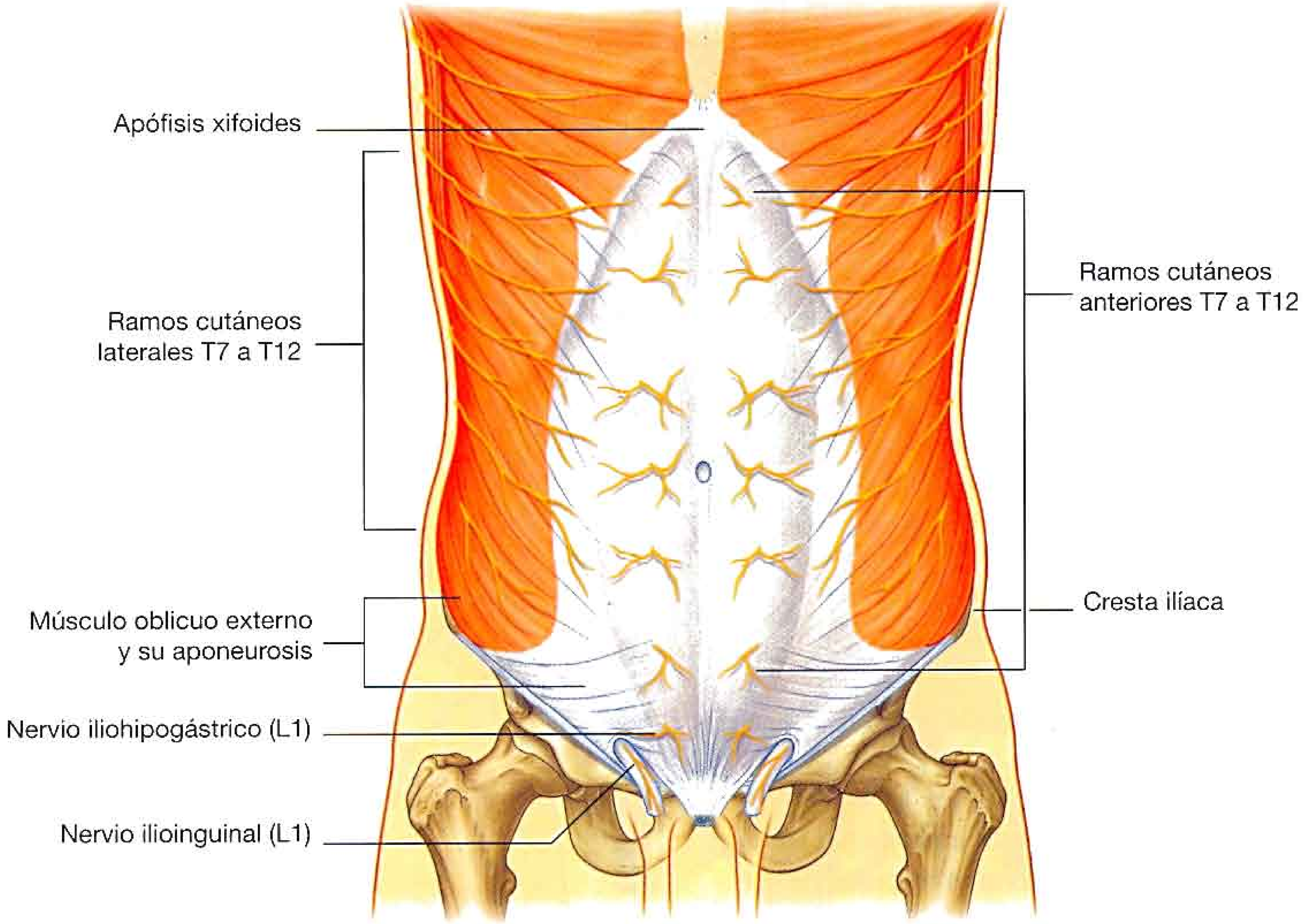


Fig. 4.36 Inervación de la pared anterolateral del abdomen.

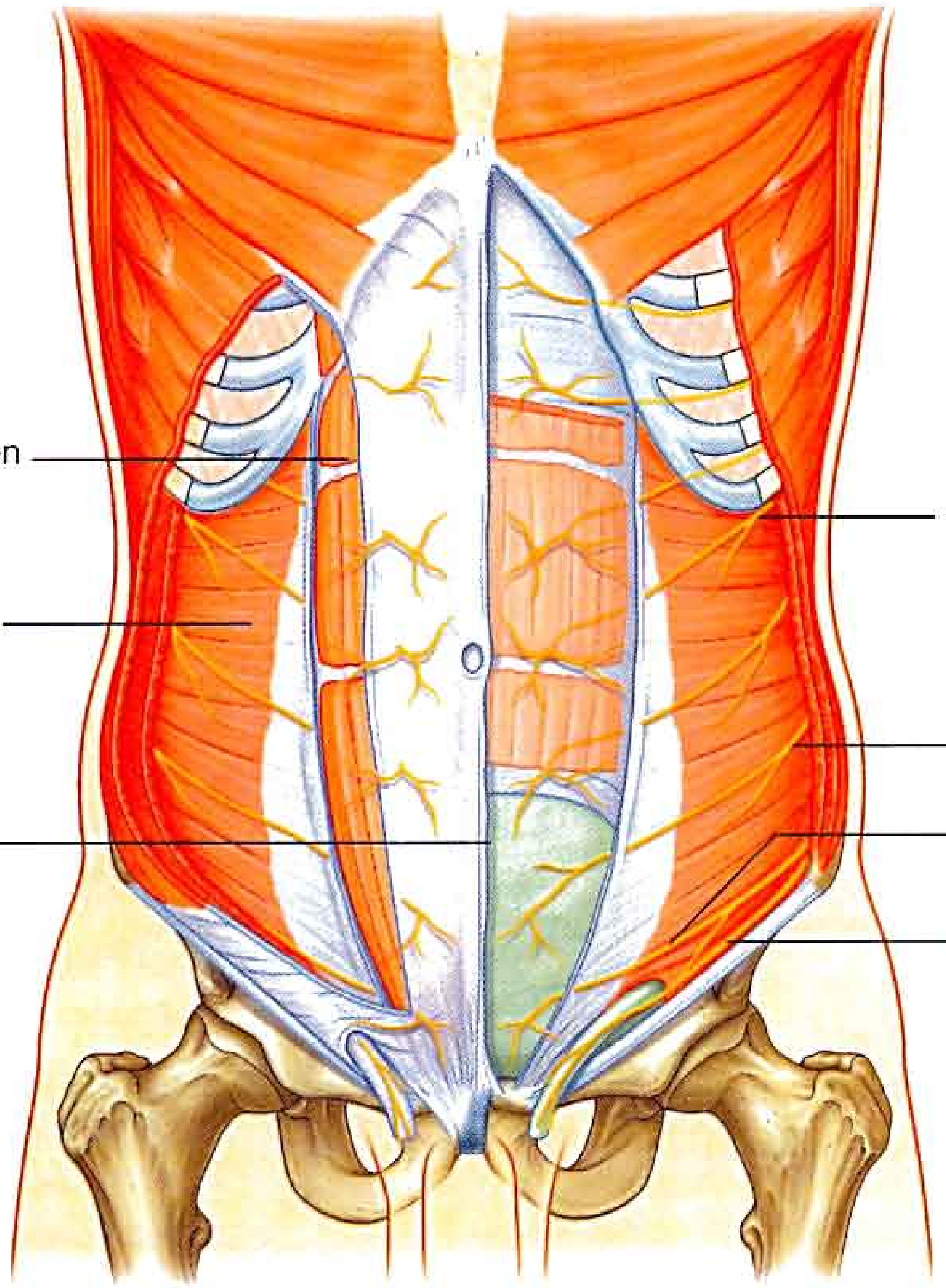


Fig. 4.37 Recorrido de los nervios de la pared anterolateral del abdomen.

A lo largo de su recorrido, los nervios T7 a T12 y L1 dan ramos a los músculos de la pared anterolateral del abdomen. Todos terminan inervando la piel:

- Los nervios T7 a T9 inervan la piel desde la apófisis xifoides hasta justo por encima del ombligo.
- T10 inerva la piel que rodea al del ombligo.
- T11, T12 y L1 inervan la piel inmediatamente por debajo del ombligo hasta el hipogastrio, incluyéndolo (fig. 4.38).
- Además, el nervio ilioinguinal (ramo de L1) inerva la superficie anterior del escroto o los labios mayores, y envía un pequeño ramo cutáneo al muslo.

Arterias y venas

La pared anterolateral del abdomen está irrigada por varios vasos. En la superficie:

- La porción superior de la pared está irrigada por ramas de la **arteria musculofrénica,** rama terminal de la **arteria mamaria interna.**
- La porción inferior de la pared está irrigada por la **arteria epigástrica superficial.**

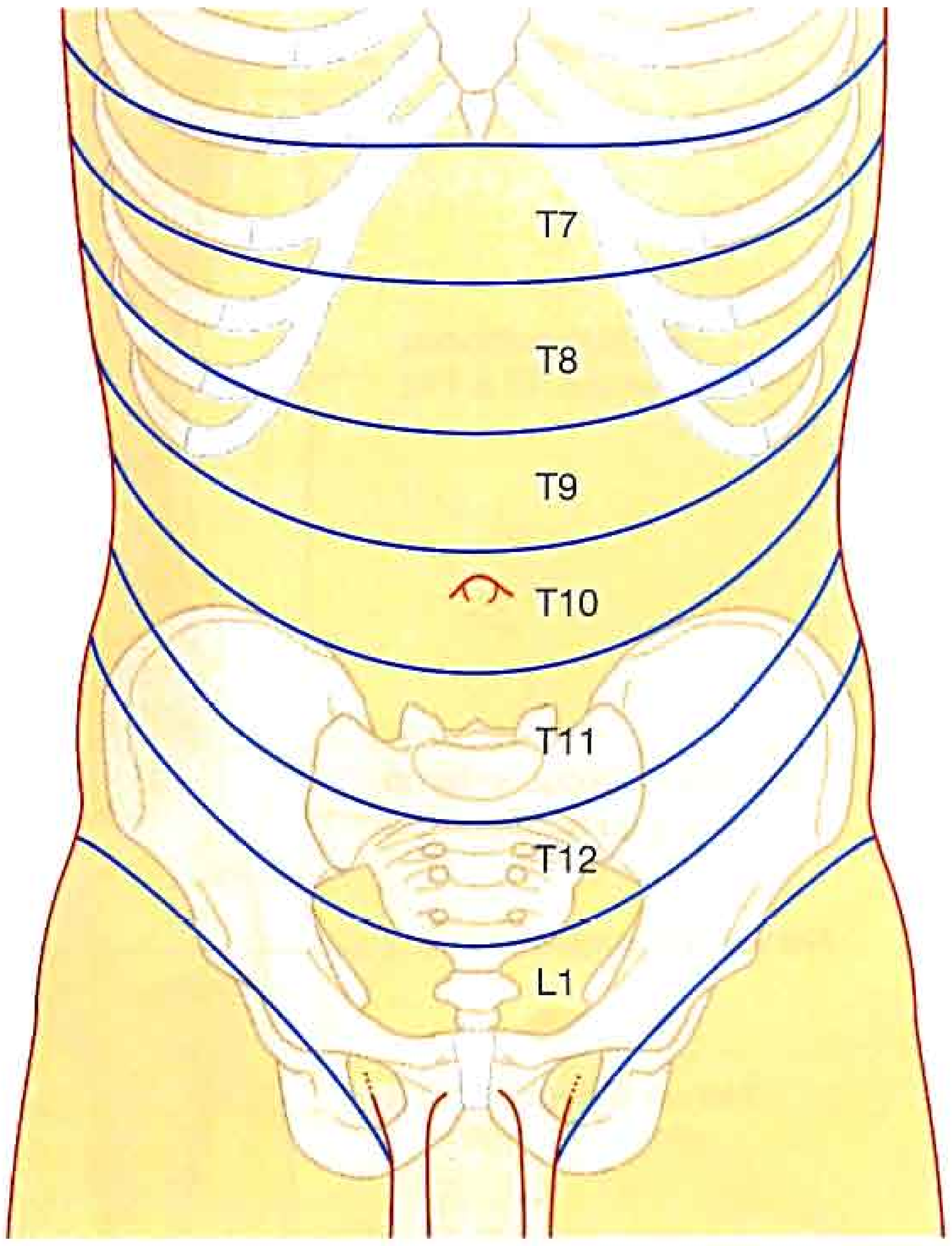


Fig. 4.38 Dermatomas de la pared anterolateral del abdomen.

- **Arteria circunfleja ilíaca superficial,** situada en posición lateral, ambas ramas de la **arteria femoral** (fig. 4.39).

  En profundidad:
- La porción superior de la pared está irrigada por la **arteria epigástrica superficial,** rama terminal de la arteria mamaria interna.
- La porción terminal de la pared está irrigada por ramas de las **arterias intercostales décima y undécima** y la **arteria subcostal.**
- La porción inferior de la pared está irrigada por la **arteria epigástrica inferior**, situada medialmente, y la **arteria circunfleja ilíaca profunda,** situada lateralmente, ambas ramas de la **arteria ilíaca externa.**

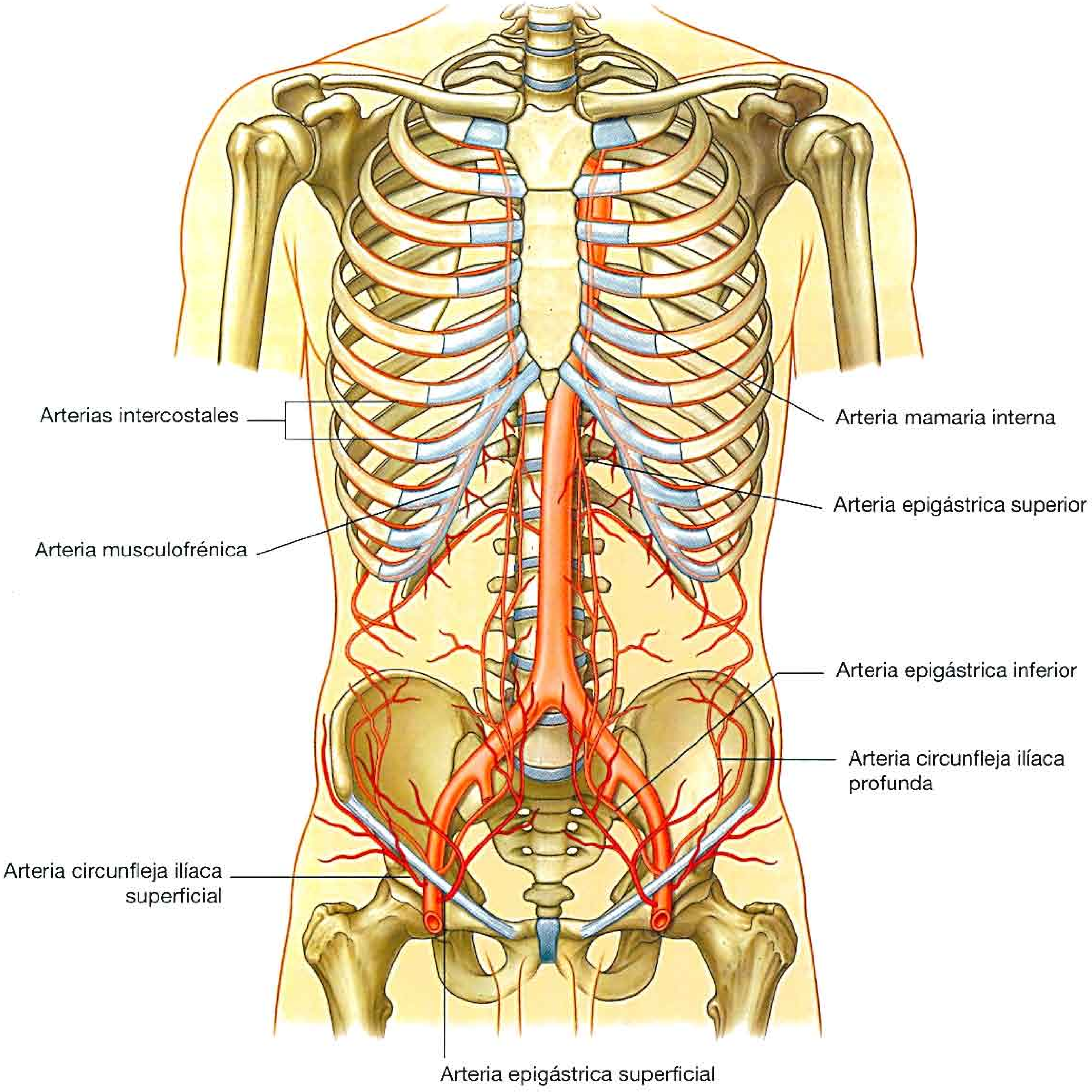


Fig. 4.39 Irrigación arterial de la pared anterolateral del abdomen.

Las arterias epigástrica superior e inferior atraviesan la vaina de los rectos. Van por detrás del músculo recto del abdomen en todo su recorrido, y se anastomosan entre ellas (fig. 4.40).

Con las arterias discurren venas del mismo nombre que se encargan del drenaje venoso.

Drenaje linfático

El drenaje linfático de la pared anterolateral del abdomen sigue los principios básicos del drenaje linfático:

- Los linfáticos superficiales por encima del ombligo se dirigen en dirección superior a los **nódulos linfáticos axilares**, mientras que el drenaje por debajo del ombligo se dirige hacia abajo a los **nódulos inguinales superficiales.**
- El drenaje linfático profundo sigue a las arterias profundas hasta los **nódulos paraesternales** a lo largo de la arteria mamaria interna, los **nódulos lumbares** a lo largo de la aorta abdominal y los **nódulos ilíacos externos** en el recorrido de la arteria ilíaca externa.

INGLE

La **ingle (región inguinal)** es la zona de unión entre la pared anterior del abdomen y el muslo. En esta zona, la pared del abdomen presenta una debilidad como consecuencia de los cambios ocurridos durante el desarrollo, y un saco peritoneal o divertículo, con o sin contenido abdominal, puede salir hacia fuera produciendo una hernia inguinal. Este tipo de hernia puede aparecer en ambos sexos durante el desarrollo de las gónadas. Antes del descenso de los testículos y ovarios desde su

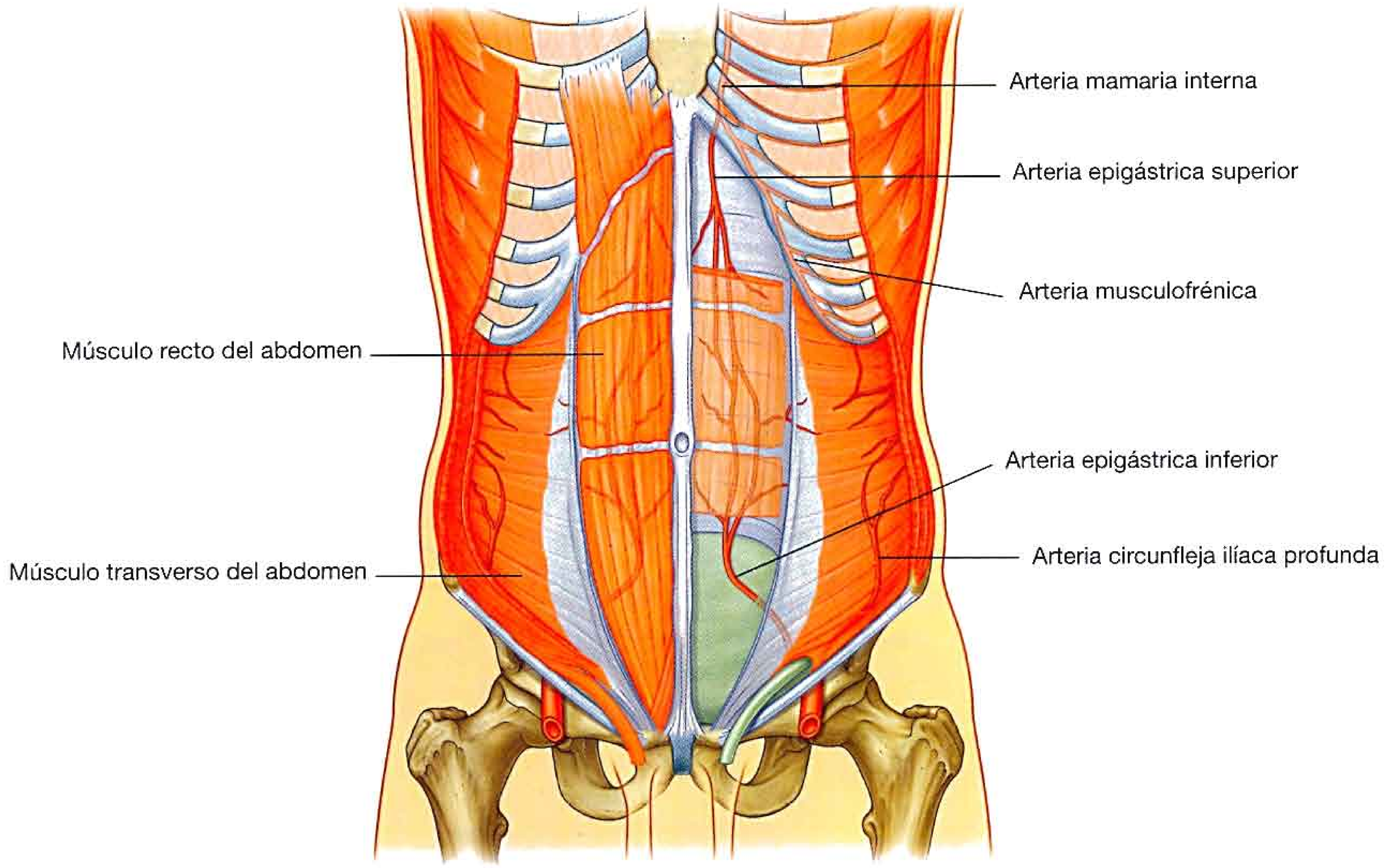


Fig. 4.40 Arterias epigástricas superiores e inferiores.

posición inicial en la parte superior y posterior de la pared del abdomen, se forma una bolsa peritoneal (el proceso vaginal) (fig. 4.41), que pasa a través de las distintas capas de la pared anterior del abdomen y toma una capa de cada una de ellas:

- La fascia transversal forma la capa más profunda.
- La segunda cubierta está formada por la musculatura del oblicuo interno.
- La capa más superficial es la aponeurosis del oblicuo externo.

No hay una capa del músculo transverso del abdomen porque el proceso vaginal pasa por debajo de las fibras arqueadas de este músculo. Como consecuencia el proceso vaginal se transforma en una estructura tubular con varias cubiertas procedentes de la pared anterior del abdomen. Esto forma la estructura básica del **conducto inguinal.**

El último acontecimiento en este desarrollo es el descenso de los testículos al escroto o de los ovarios a la cavidad pélvica. Este proceso depende del desarrollo del gubernáculo, que se extiende desde el límite inferior de la gónada en desarrollo hasta las prominencias labioescrotales (fig. 4.41).

El proceso vaginal se sitúa inmediatamente por delante del gubernáculo en el conducto inguinal.

En los hombres, al descender los testículos, éstos y los vasos, nervios y conductos que los acompañan, pasan por el conducto inguinal y los rodean las mismas capas faciales de la pared del abdomen. El descenso de los testículos completa la formación del cordón espermático en los hombres.

En las mujeres, los ovarios descienden a la cavidad pélvica y quedan en relación con el útero en desarrollo. Por tanto, la única estructura que pasa por el conducto inguinal es el ligamento redondo del útero, que es un vestigio del gubernáculo.

La secuencia de desarrollo termina en ambos sexos cuando se cierra el proceso vaginal. Si esto no ocurre o lo hace de forma incompleta, queda una debilidad potencial de la pared anterior del abdomen y puede desarrollarse una hernia inguinal.

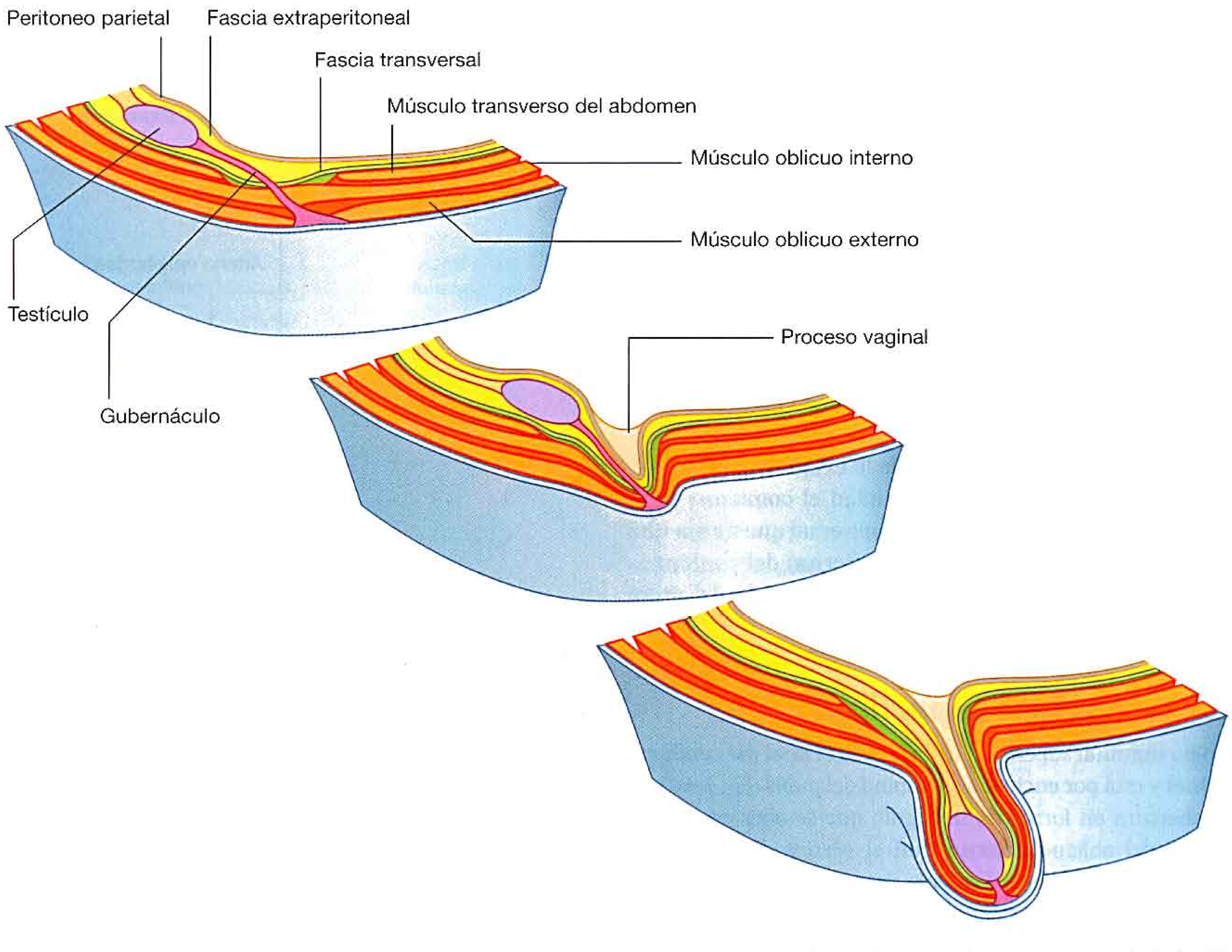


Fig. 4.41 Descenso de los testículos desde la 7.ª semana (posfecundación) al nacimiento.

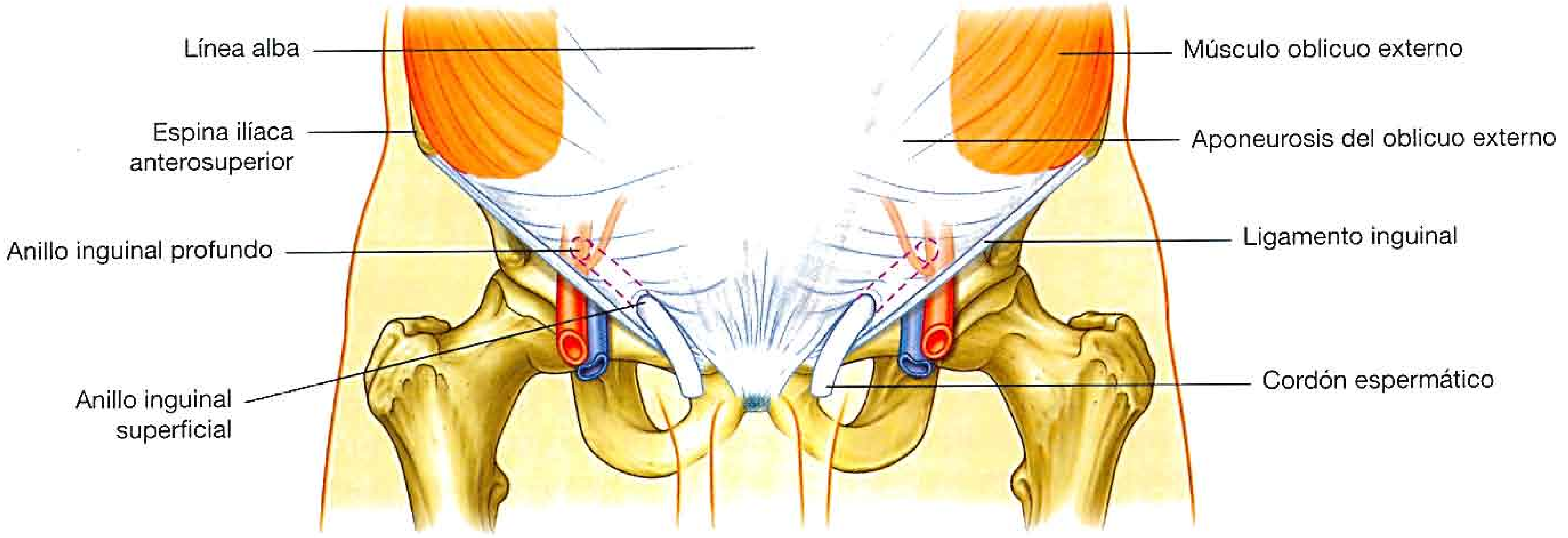


Fig. 4.42 Conducto inguinal.

Conducto inguinal

El conducto inguinal tiene forma de hendidura que se dirige hacia abajo y hacia adentro, justo por encima y paralelo a la mitad inferior del ligamento inguinal. Empieza en el anillo inguinal interno y sigue aproximadamente 4 cm para terminar en el anillo inguinal superficial (fig. 4.42). Contiene el **cordón espermático** en hombres y el ligamento redondo del útero en mujeres. Además, en ambos sexos, el nervio ilio-inguinal cruza parte del conducto y sale por el anillo inguinal superficial junto con los otros elementos.

Anillo inguinal profundo

El anillo inguinal profundo es el comienzo del conducto inguinal y se sitúa en el punto medio entre la espina ilíaca anterosuperior y la sínfisis del pubis (fig. 4.43). Está justo por encima del ligamento inguinal e inmediatamente lateral a los vasos epigástricos inferiores. Aunque a veces se define como un defecto o abertura de la evaginación tubular de la fascia transversal, es en realidad el comienzo de la evaginación tubular de la fascia transversal que forma una de las capas (la fascia espermática interna) del cordón espermático en hombres y del ligamento redondo del útero en mujeres.

Anillo inguinal superficial

El anillo inguinal superficial (externo) es el final del conducto inguinal y está por encima de la espina del pubis (fig. 4.44). Es una abertura en forma de triángulo que se abre en la aponeurosis del oblicuo externo, con el vértice dirigido hacia arriba y el lado y la base formada por la cresta del pubis. Los dos lados restantes del triángulo (el **pilar interno** y el **pilar lateral**) están insertados en la sínfisis del pubis y en la espina del pubis respectivamente. En el vértice del triángulo, los dos pilares se mantienen unidos por fibras cruzadas (intercrurales), que impiden el ensanchamiento del anillo superficial.

Igual que el anillo inguinal profundo, el anillo inguinal superficial es en realidad el comienzo de la evaginación tubular de la aponeurosis del oblicuo externo sobre las estructuras que atraviesan el conducto inguinal y que salen por el anillo inguinal superficial. Este tejido que continúa sobre el cordón espermático es la **fascia espermática externa**.

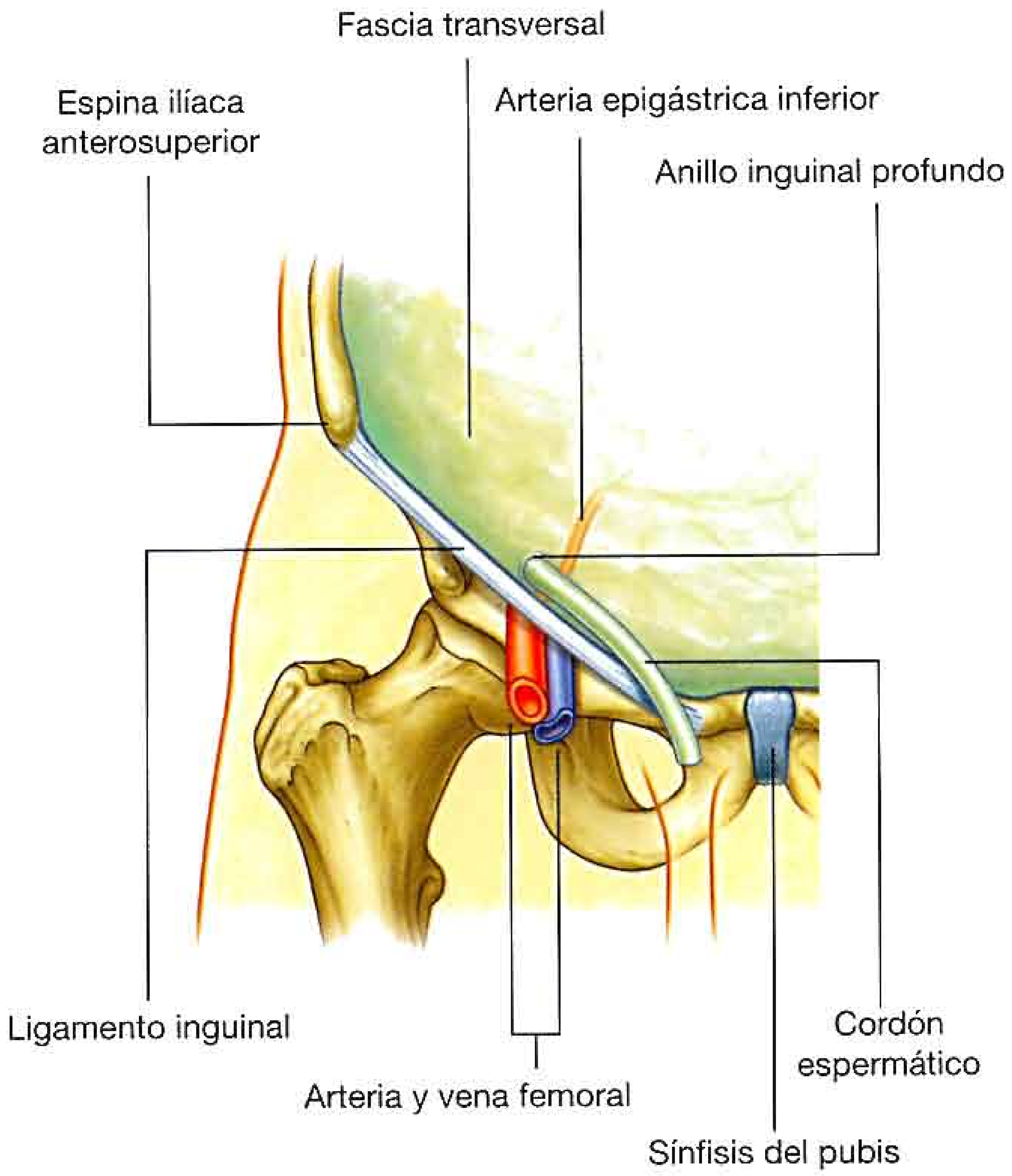


Fig. 4.43 Anillo inguinal profundo y fascia transversal.

Pared anterior

La pared anterior del conducto inguinal está formada en toda su longitud por la aponeurosis del músculo oblicuo externo (fig. 4.44). En su parte lateral está también reforzado por las fibras mediales del músculo oblicuo interno ya que las más bajas se originan en los dos tercios laterales del ligamento inguinal (fig. 4.45). Esto añade otra capa sobre el anillo inguinal profundo, que es un punto potencial de debilidad en la pared anterior del abdomen. Además, el músculo oblicuo interno, al cubrir el anillo inguinal profundo, aporta otra capa (la **fascia cremastérica**, que contiene el **músculo cremáster**) a las envolturas de las estructuras que cruzan el conducto inguinal.

Pared posterior

La pared posterior del conducto inguinal está formada en toda su longitud por la fascia transversal (v. fig. 4.43). Está reforzada en su tercio interno por el **tendón conjunto** (fig. 4.45). Este tendón es la unión de las inserciones de los músculos transverso del abdomen y oblicuo interno en la espina del pubis y la línea pectínea.

La situación del tendón conjunto, por detrás del anillo inguinal superficial, proporciona un soporte añadido al punto potencial de debilidad en la pared abdominal anterior, de la misma forma que el músculo oblicuo interno refuerza la zona del anillo inguinal profundo.

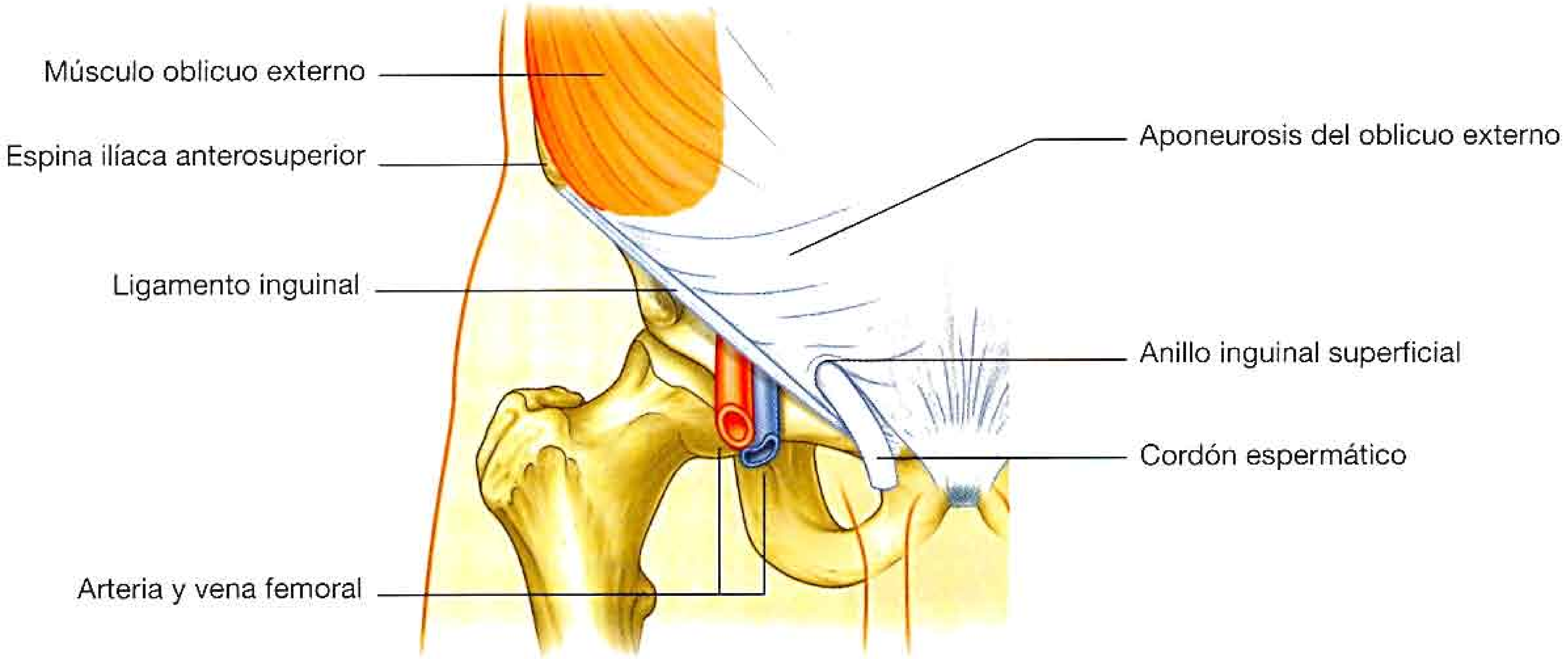


Fig. 4.44 Anillo inguinal superficial y aponeurosis del oblicuo externo.

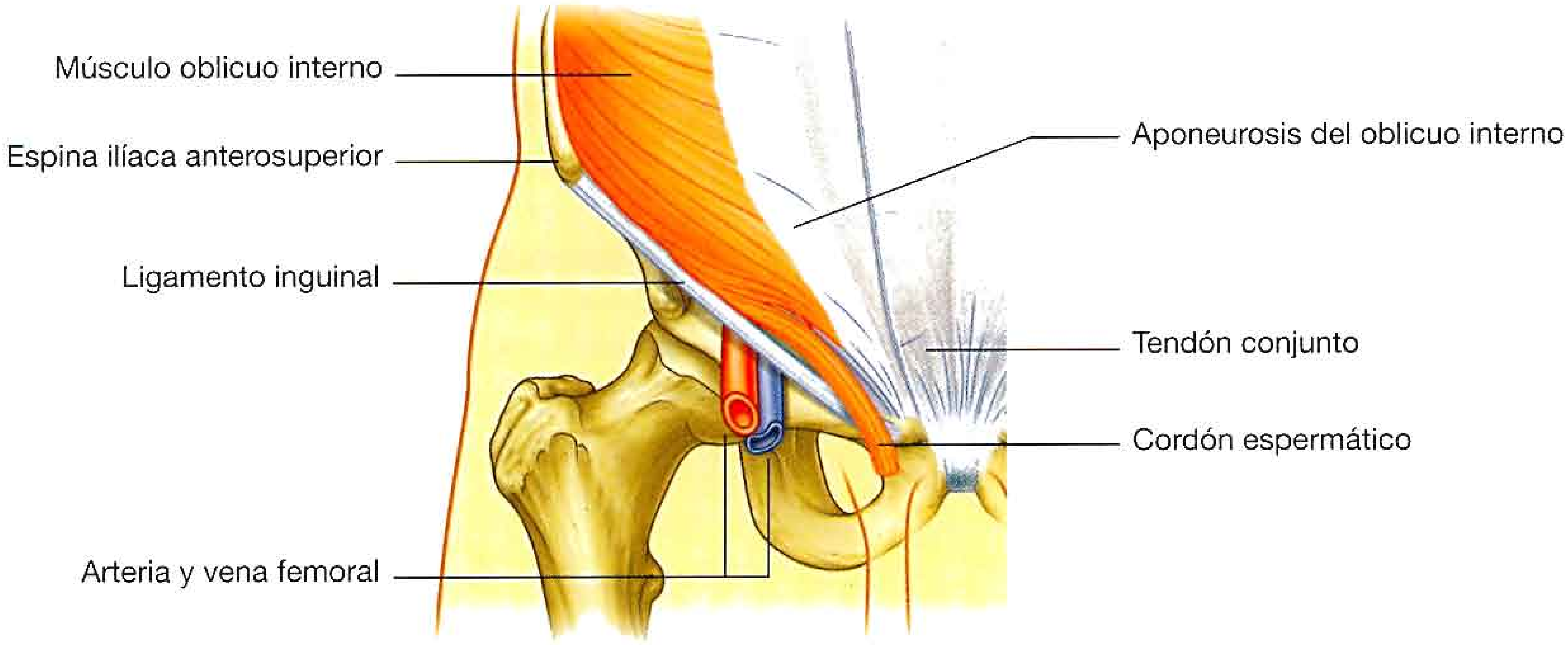


Fig. 4.45 Músculo oblicuo interno y conducto inguinal.

Techo

El techo (pared superior) del conducto inguinal está formado por las fibras arqueadas de los músculos transverso del abdomen y oblicuo interno (figs. 4.45 y 4.46). Éstas van desde sus puntos laterales de origen en el ligamento inguinal a su inserción interna común como el tendón conjunto.

Suelo

El suelo (pared inferior) del conducto inguinal está formado por la mitad interna del ligamento inguinal. El borde libre enrollado de la aponeurosis del oblicuo externo forma un canal o depresión en el que se coloca el contenido del conducto inguinal. El ligamento lacunar refuerza la mayor parte de la parte interna del canal.

Contenido

El conducto inguinal contiene:

- En hombres, el cordón espermático.
- En mujeres, el ligamento redondo del útero.

Estas estructuras se introducen en el conducto inguinal a través de anillo inguinal profundo y salen de él por el anillo inguinal superficial.

Además, el nervio ilioinguinal (L1) cruza parte del conducto inguinal. Este nervio es un ramo del plexo lumbar, penetra en la pared abdominal posteriormente perforando la superficie interna del músculo transverso del abdomen, y sigue a través de las capas de la pared anterior del abdomen perforando el músculo oblicuo interno. Al situarse en posición inferointerna, entra en el conducto inguinal. Sigue por él para salir por el anillo inguinal superficial.

Cordón espermático

El cordón espermático está formado por las estructuras que pasan entre las cavidades abdominopélvicas y los testículos, y las tres capas faciales que envuelven estas estructuras (fig. 4.47).

Las estructuras del cordón espermático son las siguientes:

- El conducto deferente.
- La arteria del conducto deferente (de la arteria vesical inferior).
- La arteria testicular (de la aorta abdominal).
- El plexo venoso pampiniforme (venas testiculares).
- La arteria y vena cremastéricas (vasos pequeños relacionados con la fascia del cremáster).
- El ramo genital del nervio genitofemoral (inerva al músculo cremáster).
- Fibras nerviosas aferentes simpáticas y viscerales.
- Linfáticos.
- Vestigios del proceso vaginal.

Estas estructuras entran por el anillo inguinal profundo, siguen por el conducto inguinal y salen por el anillo inguinal superficial después de adquirir las tres cubiertas fasciales du-

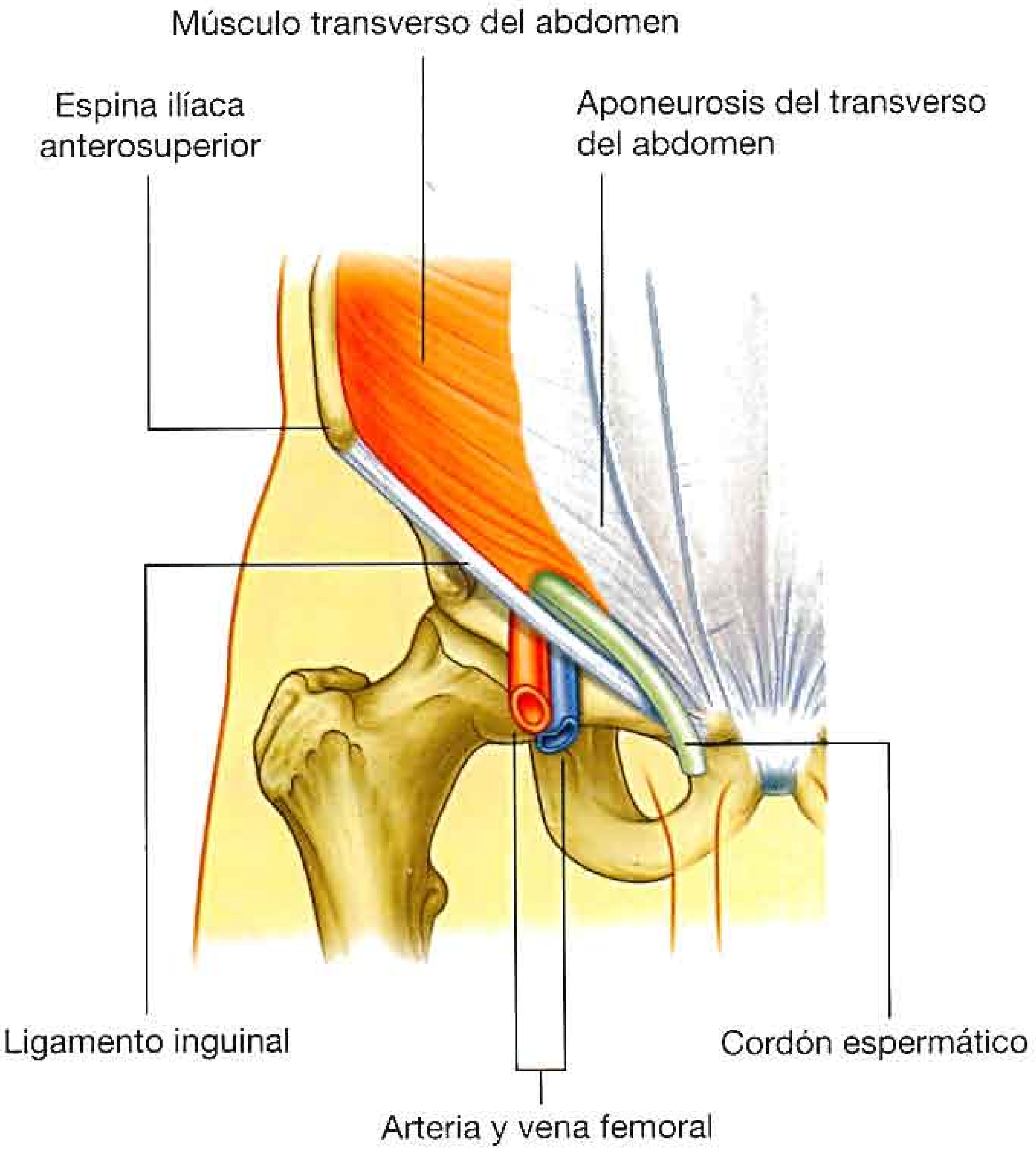


Fig. 4.46 Músculo transverso del abdomen y conducto inguinal.

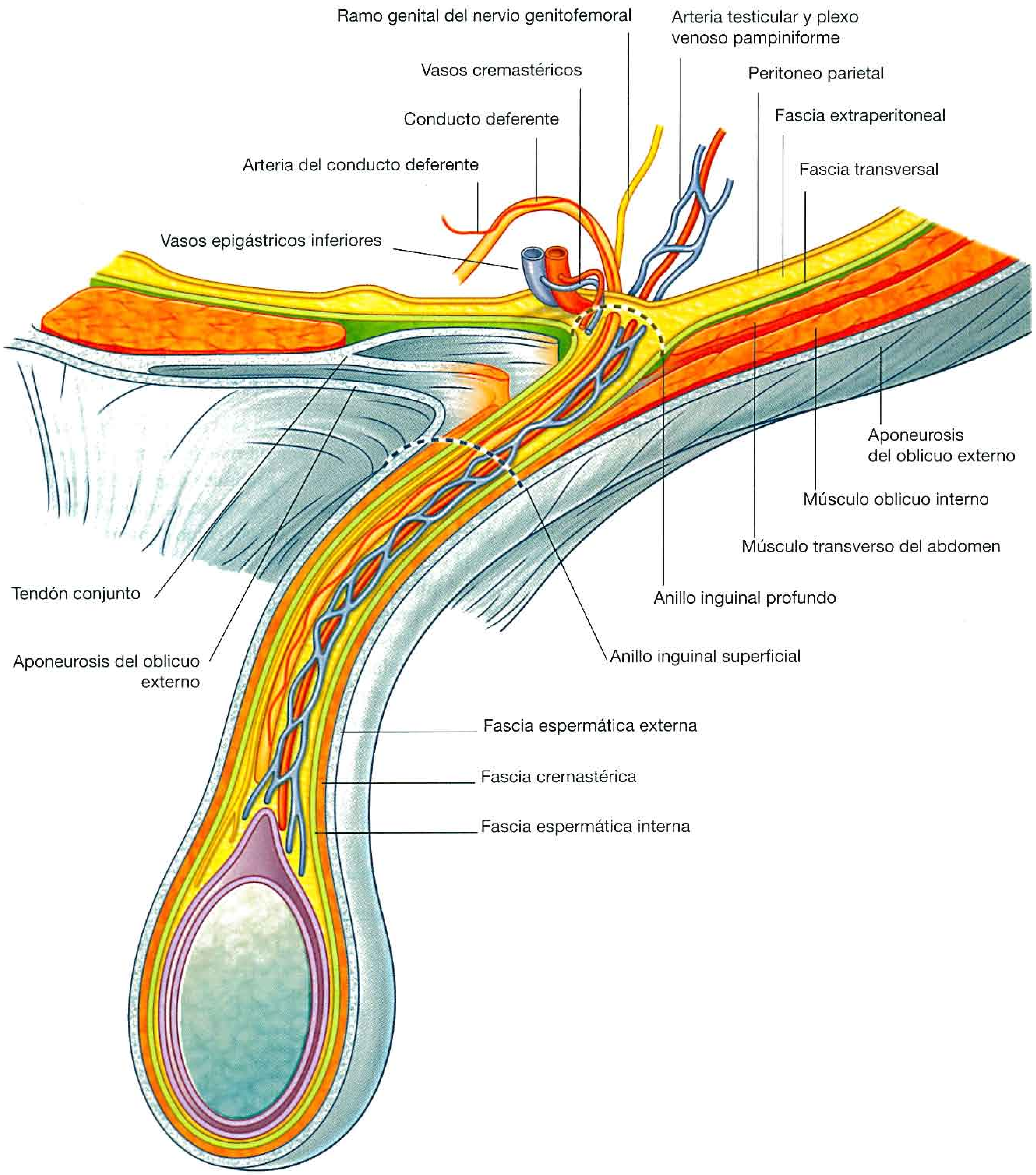


Fig. 4.47 Cordón espermático.

rante su recorrido. Este conjunto de estructuras y fascias llega al escroto, donde las primeras se unen a los testículos y las fascias los envuelven.

Las fascias que envuelven el contenido del cordón espermático son:

- La fascia espermática interna, que es la capa más profunda, surge de la fascia transversal y está insertada en los bordes del canal inguinal profundo.
- La fascia cremastérica con el músculo cremáster asociado, que es la capa media y procede del músculo oblicuo interno.
- La fascia espermática externa, que es la capa más superficial del cordón espermático, procede de la aponeurosis del músculo oblicuo externo y está insertada en los bordes del anillo inguinal superficial (fig. 4.47).

Ligamento redondo del útero

El ligamento redondo del útero es una estructura cordiforme que va desde el útero al anillo inguinal profundo donde penetra en el conducto inguinal. Pasa por el conducto inguinal y sale por el anillo inguinal superficial. En este punto, se ha transformado de una estructura cordiforme en unas fibras de tejido, que se unen al tejido conjuntivo de los labios mayores. Al cruzar el conducto inguinal adquiere las mismas cubiertas que el cordón espermático en hombres.

Hernias inguinales

Una hernia inguinal es la salida o paso de un saco de peritoneo, con o sin contenido abdominal, a través de una porción débil de la pared del abdomen en la ingle. Se produce porque el saco peritoneal se introduce en el conducto inguinal de dos formas:

- Indirecta, por el anillo inguinal profundo.
- Directa, por la pared posterior del conducto inguinal.

Por tanto, las hernias inguinales se dividen en directas e indirectas.

Hernias inguinales indirectas

La hernia inguinal indirecta es la más frecuente entre las hernias inguinales, y es mucho más frecuente en hombres que en mujeres (fig. 4.48). Se produce porque una porción o todo el proceso vaginal embrionario se mantiene abierto o permeable. Por tanto, se clasifican como congénitas.

El saco peritoneal herniado entra en el conducto inguinal por el anillo inguinal profundo, al lado de los vasos epigástricos inferiores. La distancia a la que llega depende de la cantidad de proceso vaginal que queda permeable. Si es permeable en su totalidad, el saco peritoneal puede atravesar toda la longitud del conducto, salir por el anillo superficial, y seguir hasta el escroto en hombres o los labios mayores en mujeres.

Conceptos prácticos

Reflejo cremastérico

En los hombres, el músculo cremáster y la fascia cremastérica forman la segunda envoltura o envoltura media del cordón espermático. Este músculo y su fascia están inervados por el ramo genital del nervio genitofemoral (L1/L2). La contracción de este músculo se puede estimular por un arco reflejo. Al tocar con suavidad la piel de la cara superior del muslo, se estimulan las fibras sensitivas del nervio ilioinguinal. Estas fibras se introducen en la médula espinal en el nivel L1. A este nivel, las fibras sensitivas estimulan las fibras motoras que van en el ramo genital del nervio genitofemoral.

El reflejo cremastérico es más marcado en niños y disminuye con la edad. Puede estar ausente en algunos trastornos neurológicos, igual que la mayoría de los reflejos. Aunque se puede utilizar para explorar la función medular en L1 en hombres, su valor es limitado.

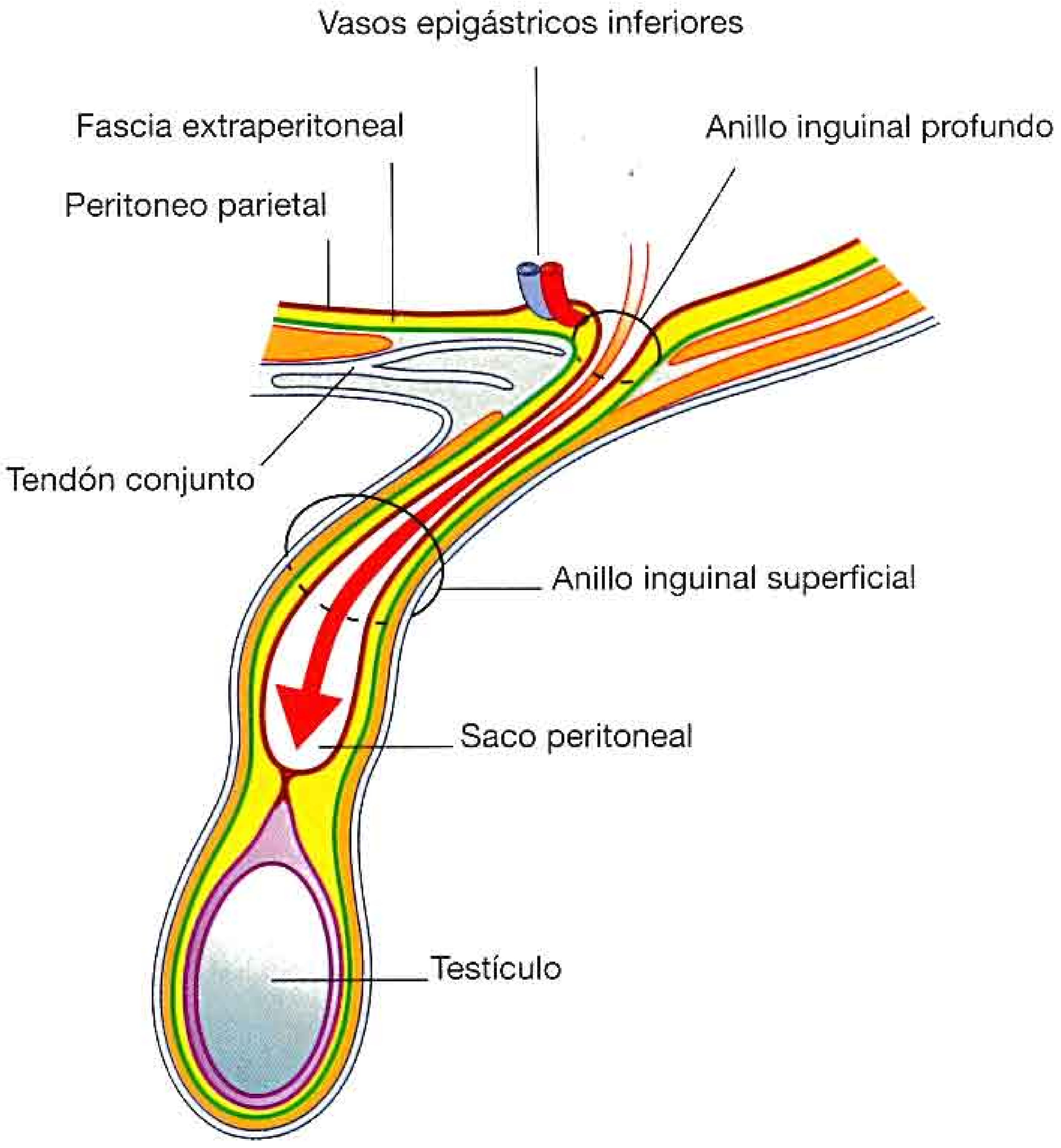


Fig. 4.48 Hernia inguinal indirecta.

En este caso, el saco peritoneal herniado adquiere las tres cubiertas que tiene el cordón espermático en hombres o el ligamento redondo del útero en mujeres.

Hernias inguinales directas

Cuando el saco peritoneal entra en el extremo interno del conducto inguinal directamente a través de una pared posterior débil, la **hernia es directa** (fig. 4.49). Se describe habitualmente como adquirida porque se desarrolla cuando se ha debilitado la musculatura abdominal, y se observa con más frecuencia en hombres mayores. El abultamiento aparece por dentro de los vasos epigástricos inferiores en el **triángulo inguinal (triángulo de Hesselbach)**, que está limitado por:

- La arteria epigástrica inferior lateralmente.
- El músculo recto del abdomen medialmente.
- El ligamento inguinal inferiormente.

En la parte interna, un engrosamiento de la fascia transversal **(tracto iliopúbico)** sigue la dirección del conducto inguinal.

Este tipo de hernia no atraviesa el conducto inguinal en toda su longitud, pero puede salir a través del anillo inguinal superficial. Cuando sucede esto, el saco peritoneal adquiere una capa de fascia espermática externa, y puede introducirse en el escroto como las hernias indirectas.

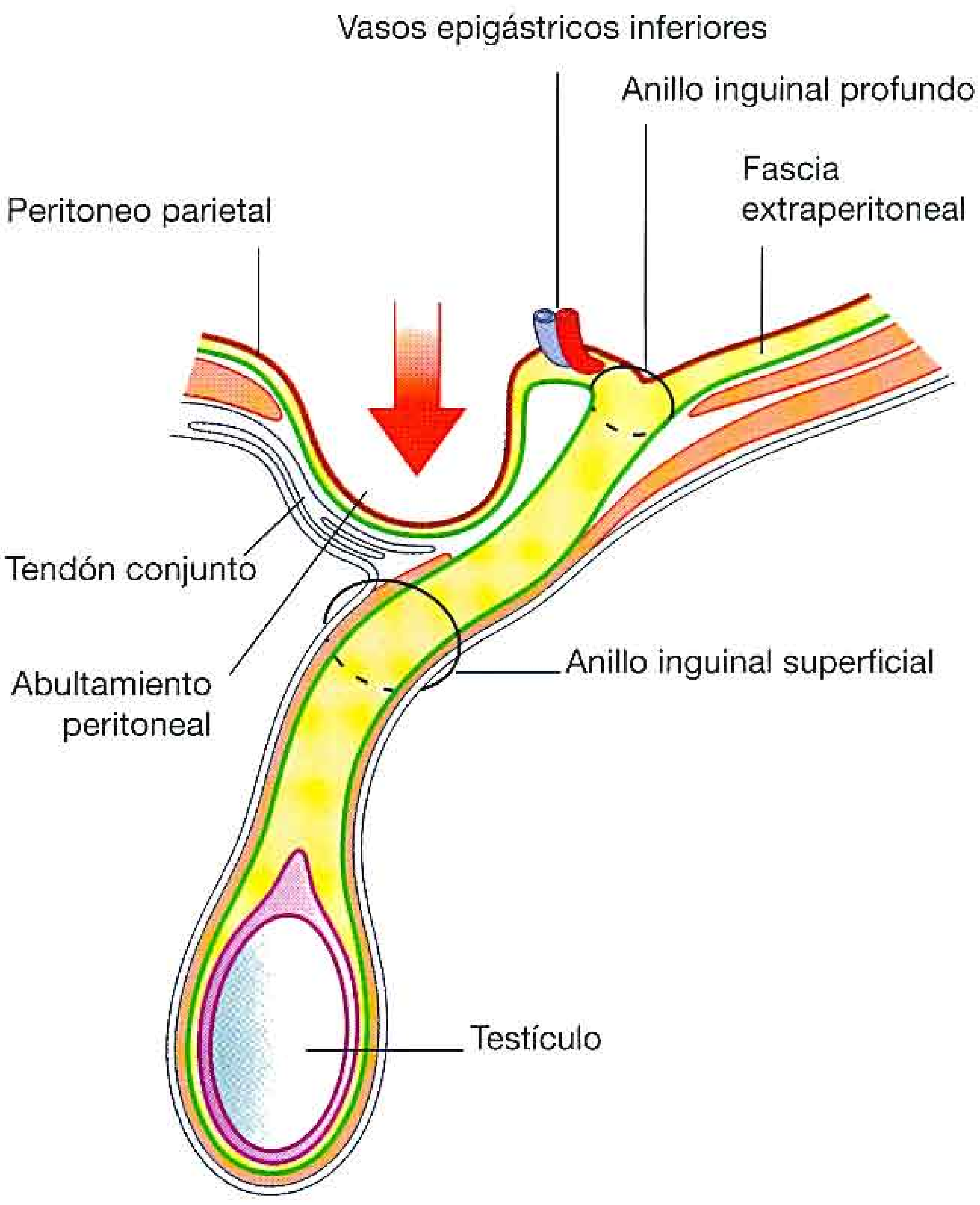


Fig. 4.49 Hernia inguinal directa.

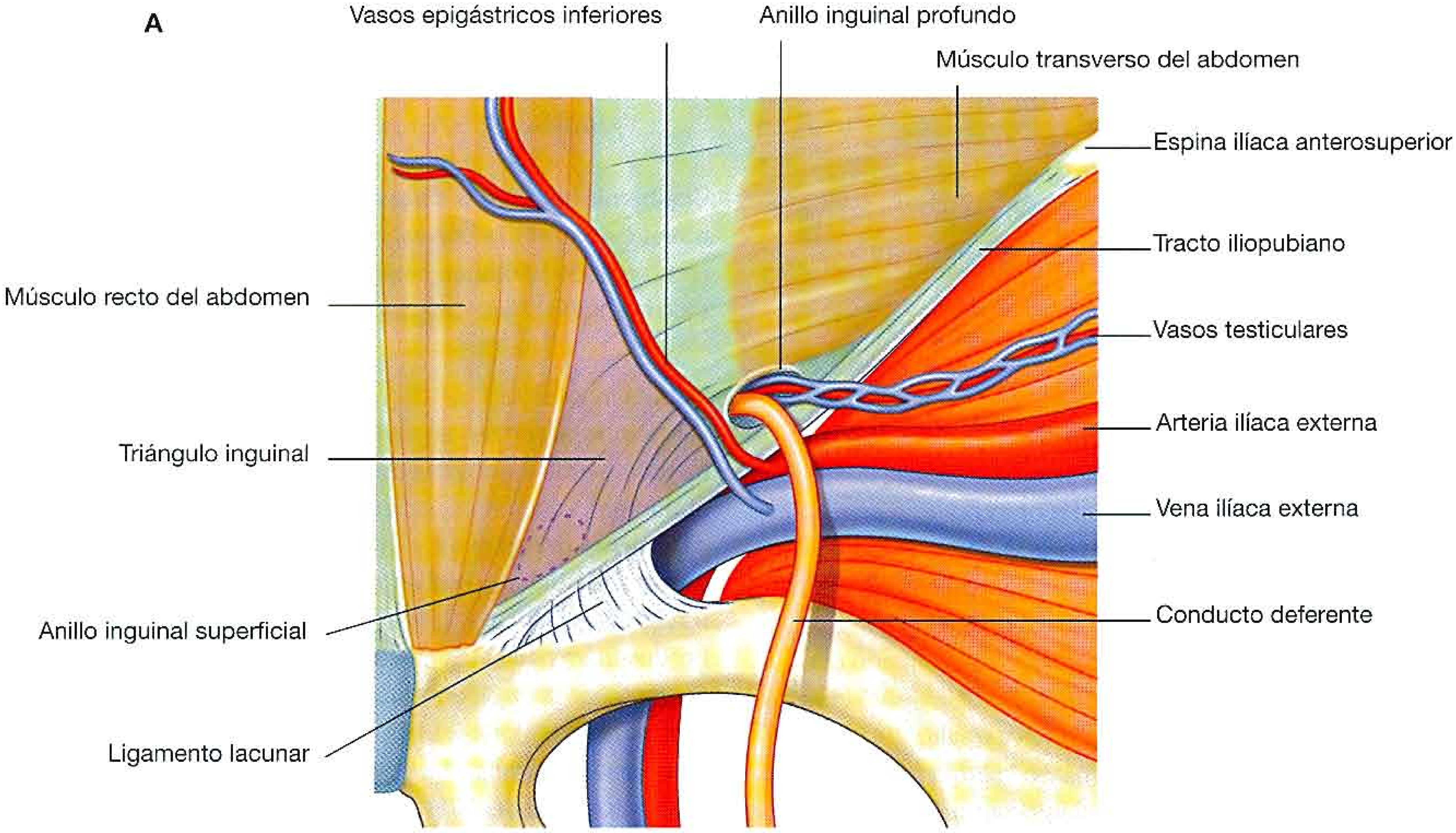


Fig. 4.50 Triángulo inguinal derecho. **A.** Visión interna.

Continúa

B

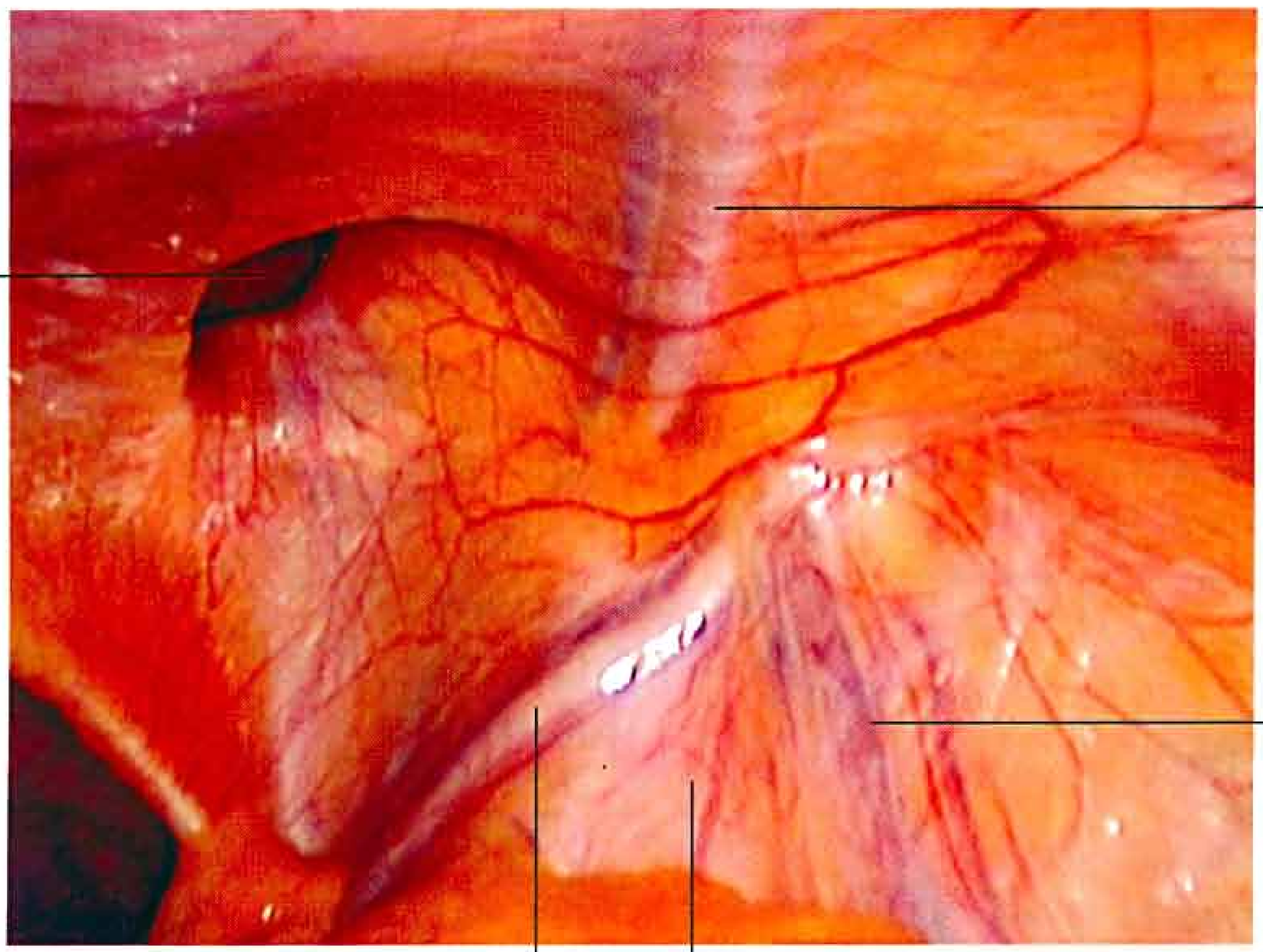


Fig. 4.50 ***(cont.)*** Triángulo inguinal derecho. **B.** Visión laparoscópica que muestra el peritoneo parietal cubriendo la zona.

Conceptos prácticos

Masas inguinales

En la zona de la ingle confluyen estructuras anatómicas diversas. Una exploración cuidadosa y el conocimiento de la anatomía permiten determinar la estructura de la que dependen y por tanto realizar el diagnóstico. Con mucha frecuencia, las masas en la ingle son hernias.

En la exploración de la ingle, la clave es localizar el ligamento inguinal. El ligamento inguinal va de la espina ilíaca anterosuperior (lateral) al tubérculo del pubis (interno). Las hernias inguinales están por encima del ligamento inguinal y habitualmente son más evidentes en la bipedestación. Hace falta una valoración visual de la tumoración, recordando las referencias anatómicas del ligamento inguinal.

En los hombres, conviene explorar el escroto en busca de una tumoración. Si se encuentra una masa anormal, la imposibilidad de palpar el polo superior indica que puede proceder del conducto inguinal y tratarse de una hernia. Al colocar la mano encima de la tumoración y pedir al paciente que tosa, la masa sale hacia fuera.

Debe intentarse reducir la tumoración presionando con firmeza y suavidad la masa. Si se puede reducir, debe retirarse la mano y observar con atención si vuelve a salir.

La posición de una masa anormal en la ingle relacionada con el tubérculo del pubis es muy importante, y la existencia de calor y dolor puede indicar estrangulación o infección.

Como norma general:

- La hernia inguinal aparece a través del anillo inguinal superficial por encima del tubérculo y cresta del pubis.
- La hernia crural (v. más adelante) aparece en el conducto femoral por debajo y a un lado del tubérculo del pubis.

Una hernia es la salida de una víscera, total o parcialmente, a través de un orificio normal o anormal. La víscera suele estar recubierta de peritoneo parietal que forma la cubierta del saco herniario.

Hernias inguinales

Las hernias se forman en varias regiones. La localización más frecuente es la ingle (porción inferior de la pared anterior del abdomen). En algunos pacientes las hernias existen desde el nacimiento (congénitas) y están producidas por la persistencia del proceso vaginal y el paso de vísceras a través del conducto inguinal. Las hernias adquiridas se producen en pacientes mayores y entre las causas están el aumento de la presión intraabdominal (p. ej., en la tos asociada a neumopatía), la lesión de los nervios de la pared anterior del abdomen (p. ej., consecuencia de incisiones quirúrgicas) y la debilidad de las paredes del conducto inguinal.

Conceptos prácticos

Uno de los posibles problemas de las hernias es que el intestino y la grasa queden atrapados en el saco herniario. Esto puede producir dolor y obstrucción intestinal que precisa intervención quirúrgica urgente. Otro riesgo es la **estrangulación** de la hernia, en la que la irrigación del intestino queda interrumpida en el cuello del saco herniario, produciendo una isquemia intestinal con posibilidad de perforación.

El saco herniario de la **hernia inguinal indirecta** se introduce en el anillo inguinal profundo y va por el conducto inguinal. Si la hernia es suficientemente grande, el saco herniario puede salir por el anillo inguinal superficial. En hombres, estas hernias pueden llegar al escroto (fig. 4.51).

El saco herniario de la **hernia inguinal directa** empuja la pared posterior del conducto inguinal justo por detrás del anillo inguinal superficial. La hernia empuja directamente por dentro de los vasos epigástricos inferiores y a través del anillo inguinal superficial.

La distinción entre hernia inguinal directa e indirecta se realiza en la intervención quirúrgica una vez identificados los vasos epigástricos en el borde interno del anillo inguinal profundo:

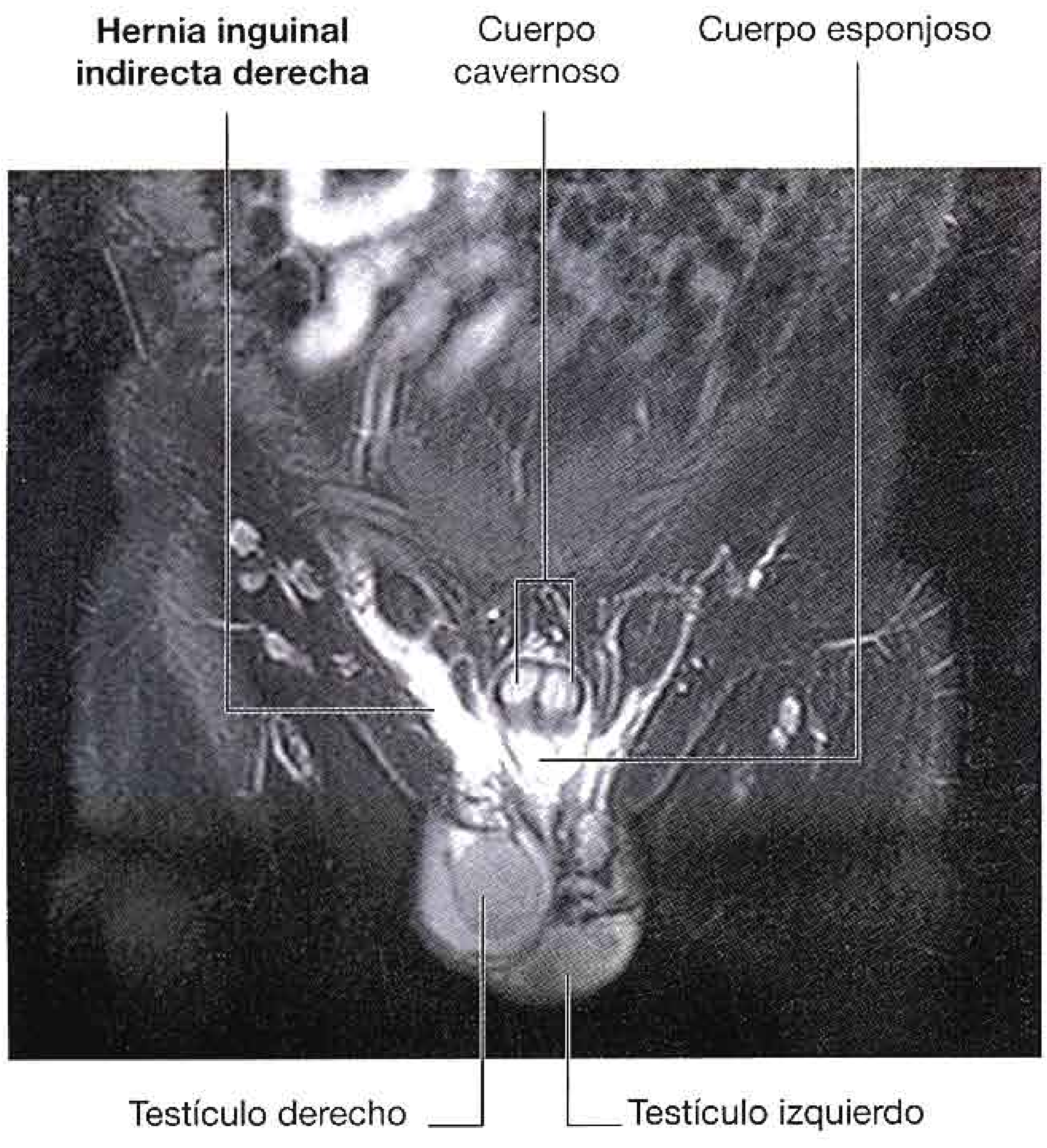


Fig. 4.51 Hernia inguinal indirecta derecha. Resonancia magnética en T2 con saturación de grasa. Plano sagital de área inguinal en un varón.

- El saco herniario indirecto va al lado de los vasos epigástricos inferiores.
- La hernia directa va por dentro de los vasos epigástricos inferiores.

Las hernias inguinales son más frecuentes en hombres que en mujeres posiblemente por la mayor longitud del conducto inguinal masculino.

Hernias crurales

La **hernia crural** pasa a través del conducto femoral hacia la cara anterointerna del muslo. El conducto femoral está situado en el borde interno del paquete femoral, que contiene la arteria femoral, vena femoral y linfáticos. El cuello del conducto femoral es muy estrecho y tiende a atrapar intestino dentro del saco, lo que hace este tipo de hernia irreductible y susceptible de estrangulación. Las hernias crurales habitualmente son adquiridas y no congénitas, y suelen aparecer en personas de mediana edad y ancianas. Además son más frecuentes en mujeres, ya que éstas tienen pelvis más anchas que los hombres.

Hernias umbilicales

Las **hernias umbilicales** son poco frecuentes. Ocasionalmente son congénitas y son consecuencia de la incapacidad del intestino delgado de volver a la cavidad abdominal desde el cordón umbilical durante el desarrollo. Después del nacimiento, las hernias umbilicales pueden deberse al cierre incompleto del ombligo. En general, estas hernias se cierran durante el primer año de vida, y la reparación quirúrgica no se intenta hasta más tarde.

Las **hernias paraumbilicales** pueden aparecer en adultos alrededor del ombligo y con frecuencia tienen cuellos estrechos, por lo que necesitan tratamiento quirúrgico.

Hernias incisionales

Las hernias incisionales se producen a través de un defecto en una cicatriz de una intervención abdominal previa. Los cuellos de estas hernias suelen ser anchos y no es fácil que estrangulen el contenido visceral.

Otras hernias

La **hernia de Spiegel** pasa hacia arriba a través de la línea arqueada en el borde lateral de la porción inferior de la vaina de los rectos. Puede presentarse como una masa sensible a un lado de la pared del abdomen anteroinferior.

Se pueden producir hernias en la cavidad abdominopélvica relacionadas con las paredes de la pelvis, y se localizan en el conducto obturador, el orificio isquiático mayor, y por encima y por debajo del músculo piriforme.

VÍSCERAS ABDOMINALES

El peritoneo y la cavidad peritoneal

Una membrana fina (el peritoneo) cubre las paredes de la cavidad abdominal y envuelve gran parte de las vísceras. El peritoneo parietal cubre las paredes de la cavidad, y el peritoneo visceral envuelve las vísceras. Entre las capas parietal y visceral de peritoneo existe un espacio virtual (la cavidad peritoneal). Las vísceras abdominales están suspendidas en la cavidad peritoneal por pliegues de peritoneo **(mesenterios)** o están fuera de la cavidad peritoneal. Los órganos suspendidos en la cavidad se describen como intraperitoneales (fig. 4.52): los órganos fuera de la cavidad peritoneal, que sólo tienen una cara o parte cubierta por peritoneo, son extraperitoneales.

La cavidad peritoneal se subdivide en la cavidad mayor y la bolsa omental (fig. 4.53):

- La cavidad mayor supone la mayor parte del espacio en la cavidad peritoneal, se extiende desde el diafragma hasta la cavidad pélvica, entra en la cavidad después que el peritoneo parietal.

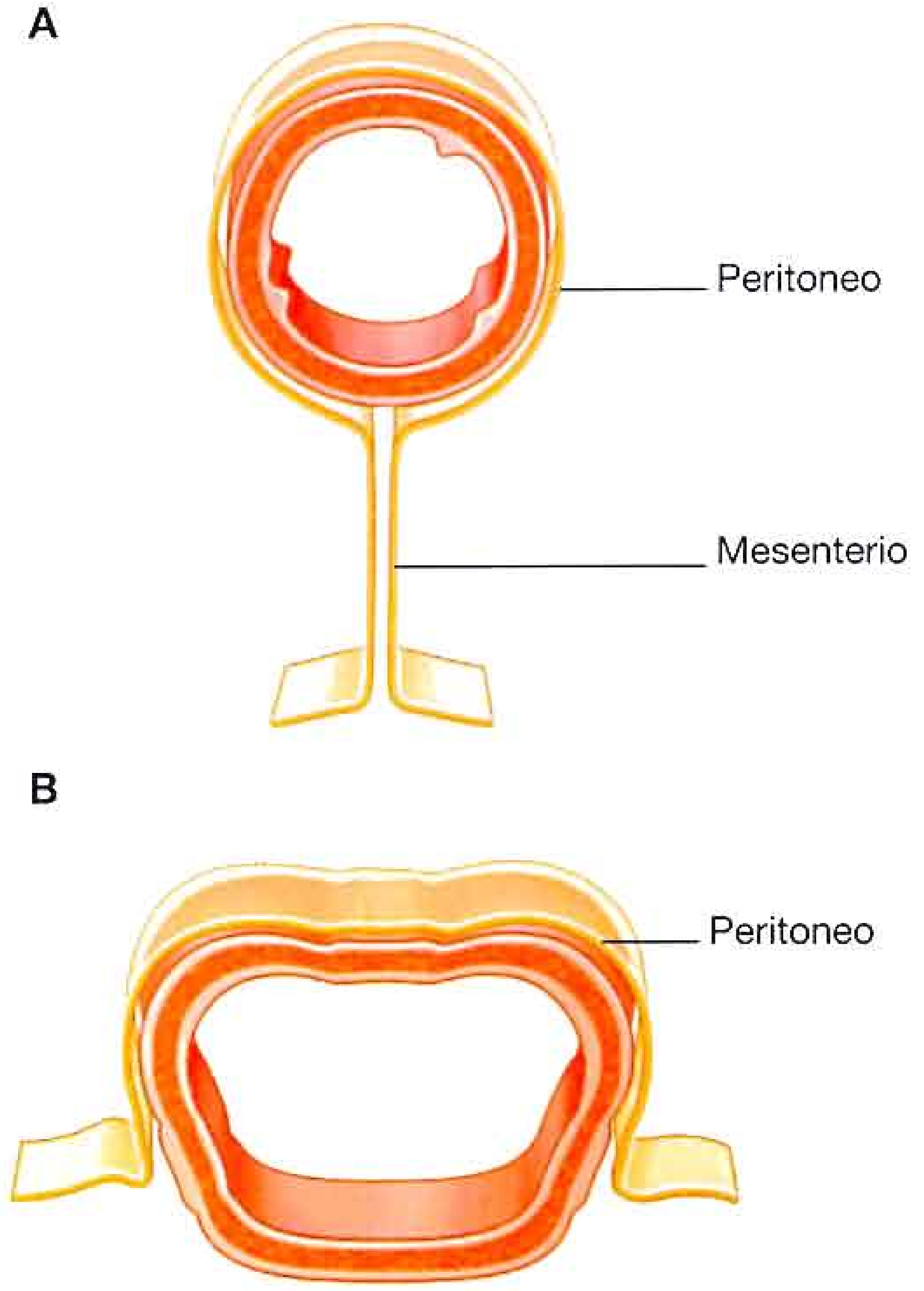


Fig. 4.52 **A.** Intraperitoneal. **B.** Retroperitoneal.

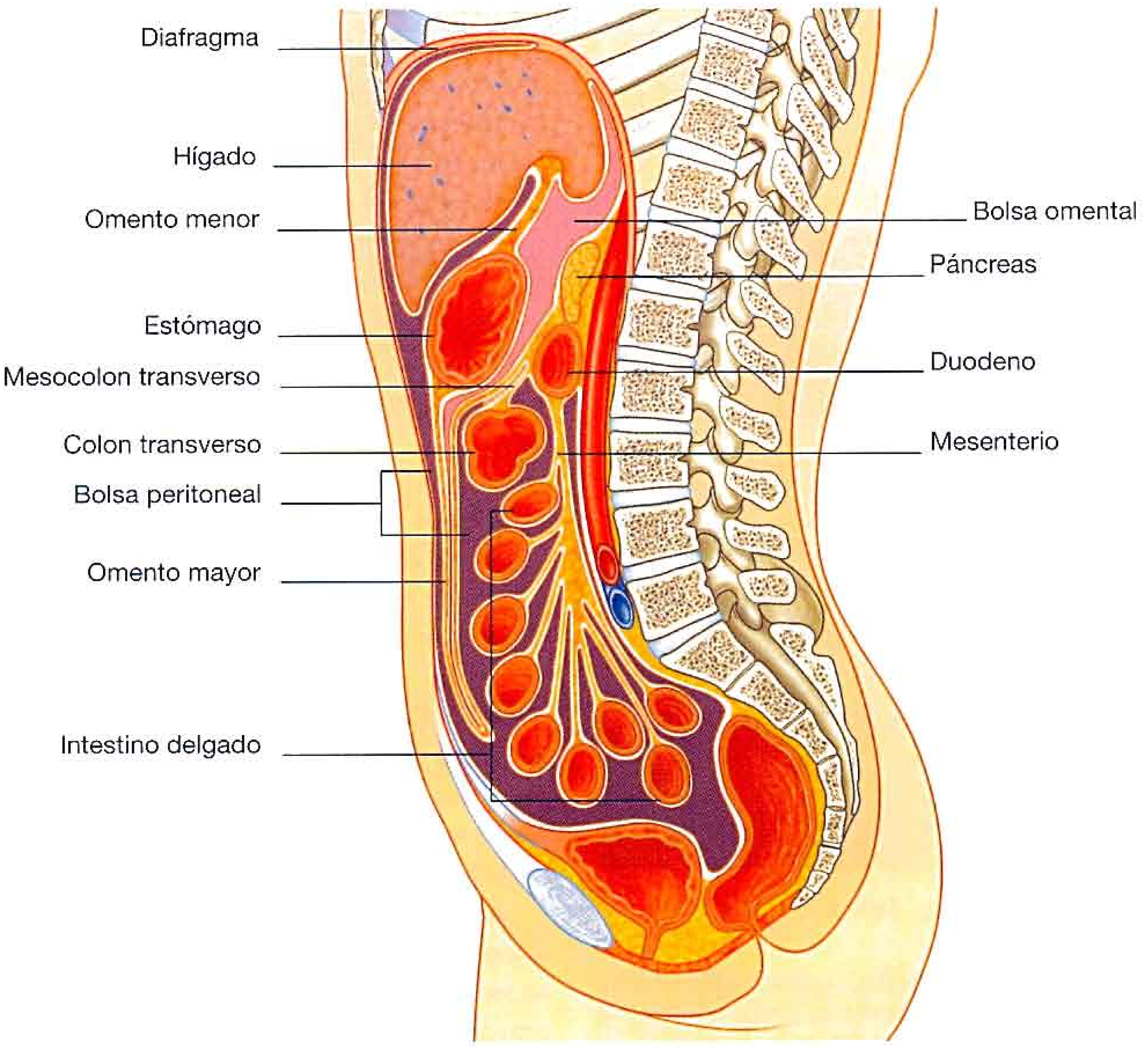


Fig. 4.53 Cavidades mayores y menores de la cavidad peritoneal.

- La bolsa omental es una subdivisión más reducida de la cavidad peritoneal posterior al estómago y el hígado, y se comunica con el resto de la cavidad a través de una abertura, el orificio omental o epiploico (fig. 4.54).

Alrededor del orificio omental hay muchas estructuras cubiertas por peritoneo: en la parte anterior, la vena porta, la arteria hepática y el conducto biliar; en la parte posterior, la vena cava; en la parte superior, el lóbulo caudado del hígado; y en la parte inferior, la primera porción del duodeno.

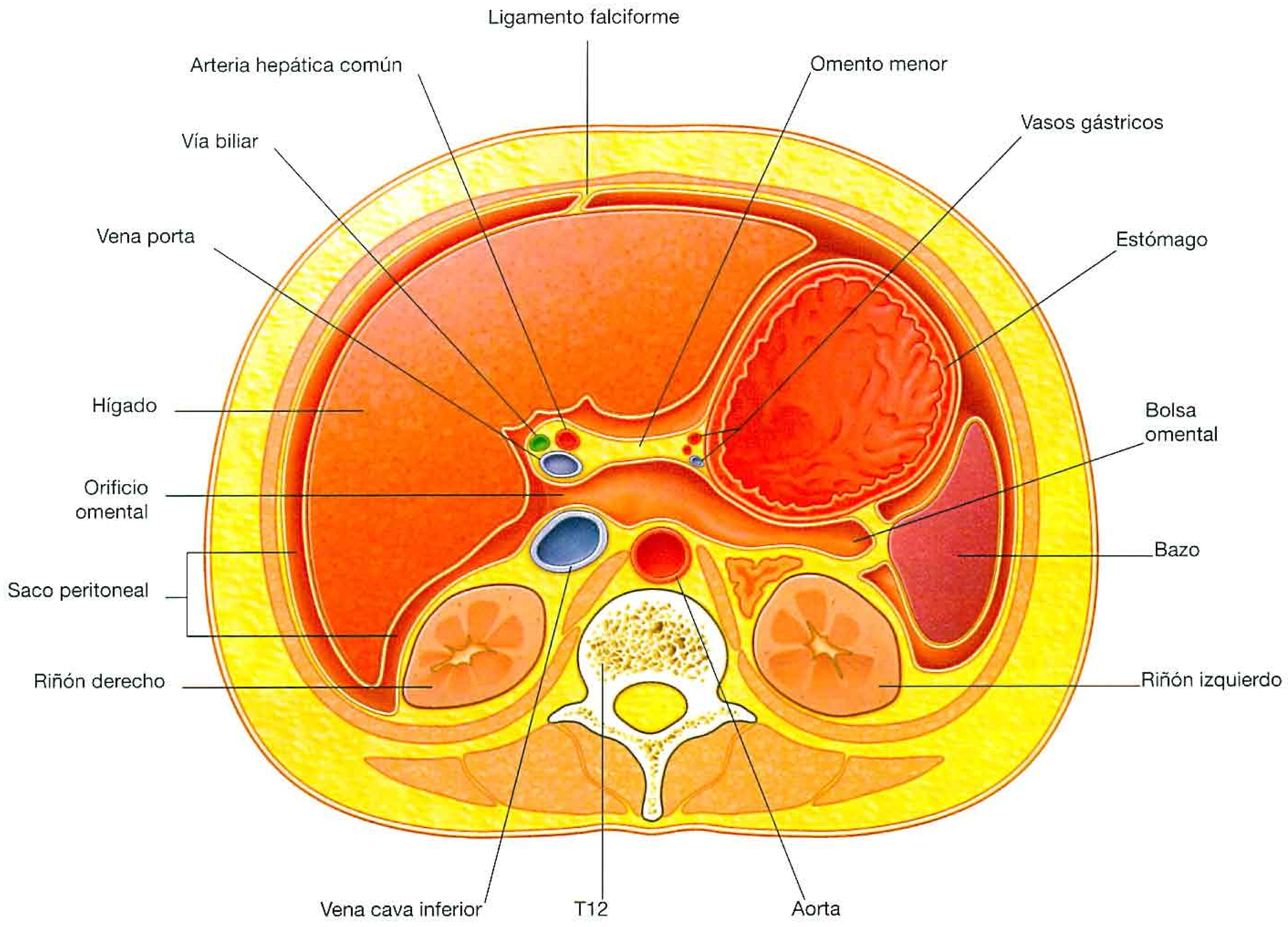


Fig. 4.54 Corte transversal donde se observa la continuidad entre la cavidad peritoneal y la bolsa omental a través del orificio omental.

Conceptos prácticos

Peritoneo

El movimiento de las vísceras suspendidas en la cavidad abdominal está lubricado por una pequeña cantidad de líquido dentro de la cavidad peritoneal.

El espacio peritoneal tiene una amplia superficie, lo que facilita la diseminación de enfermedades por la cavidad peritoneal y sobre la superficie del intestino y las vísceras. A la inversa, esta amplia superficie puede utilizarse para administrar varios tipos de tratamiento y realizar algunas técnicas.

Derivación ventriculoperitoneal

Los pacientes con hidrocefalia obstructiva (acumulación excesiva de líquido cefalorraquídeo en los ventrículos cerebrales) necesitan un drenaje continuo del líquido. Esto puede realizarse introduciendo un catéter fino en los ventrículos cerebrales a través del cráneo y colocando la parte extracraneal del tubo debajo del cuero cabelludo y la piel del tórax, introduciéndolo después en la cavidad peritoneal a través de la pared del abdomen. El líquido cefalorraquídeo drena por el tubo en la cavidad peritoneal y allí se absorbe.

Diálisis y diálisis peritoneal

Los pacientes con insuficiencia renal necesitan diálisis para vivir. Existen dos métodos.

En el primer método **(hemodiálisis)**, se extrae sangre de la circulación, se dializa a través de una membrana artificial compleja, y se devuelve al cuerpo. Se requiere un buen flujo para eliminar el exceso de líquido, intercambiar electrólitos y eliminar metabolitos tóxicos. Esto se consigue realizando quirúrgicamente una fístula arteriovenosa (anastomosando una arteria a una vena, habitualmente en extremidades superiores, que necesita aproximadamente seis semanas para «madurar»), que se canula cada vez que el paciente acude a diálisis, o se coloca una cánula de grueso calibre directamente en la aurícula derecha, y por ella se aspira y devuelve la sangre.

En el segundo método de diálisis, se utiliza el peritoneo como membrana de diálisis. La amplia superficie de la cavidad peritoneal es una membrana ideal para el intercambio de electrólitos y líquidos. Para realizar la diálisis se inserta un tubo pequeño a través de la pared del abdomen y se introduce líquido de diálisis en la cavidad peritoneal. A través del peritoneo, la sangre y el líquido intercambian moléculas. El líquido se extrae una vez terminada la diálisis.

Diseminación peritoneal de enfermedades

La amplia superficie de la cavidad peritoneal permite que las infecciones y enfermedades neoplásicas se diseminen con facilidad por el abdomen (fig. 4.55). Si las células neoplásicas llegan a la cavidad peritoneal por invasión directa (p. ej., en el cáncer de colon o de ovario), la diseminación es rápida. De forma parecida, un cirujano puede empeorar el pronóstico de un paciente al seccionar un tumor maligno y liberar células neoplásicas en la cavidad peritoneal. Las infecciones también pueden diseminarse por toda la superficie.

La cavidad peritoneal también puede actuar como barrera de las infecciones y contenerlas. Por tanto, una infección intraabdominal puede permanecer debajo del diafragma en vez de extenderse a otras cavidades del organismo.

Una perforación intestinal (p. ej., producida por una úlcera duodenal perforada) con frecuencia produce liberación de aire en la cavidad peritoneal. El aire se puede observar fácilmente en una radiografía de tórax en bipedestación: se ven pequeñas cantidades de aire debajo del diafragma. Un paciente con dolor abdominal intenso y aire subdiafragmático requiere una laparotomía.

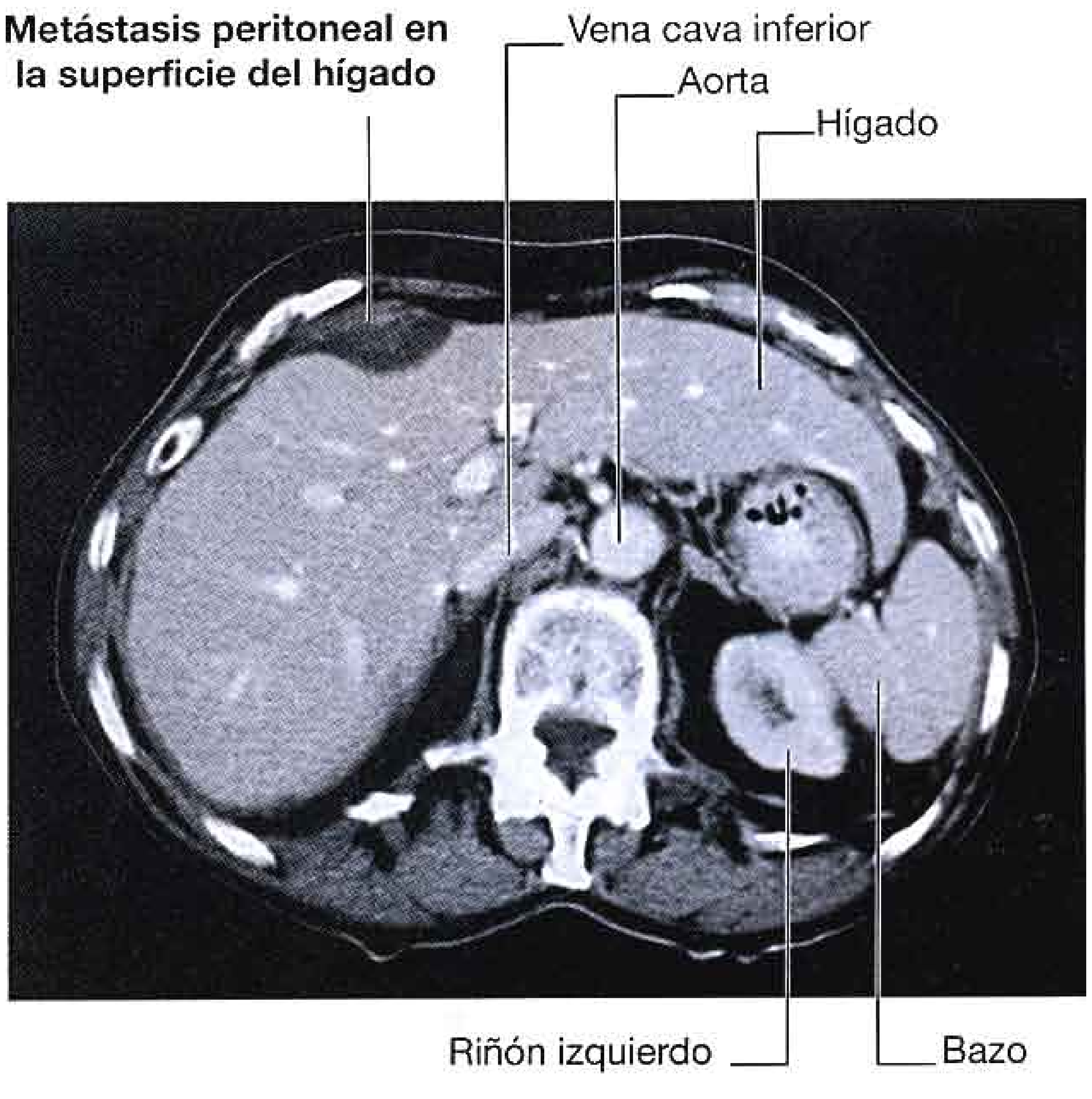


Fig. 4.55 Metástasis peritoneal en la superficie del hígado. Tomografía computarizada: plano axial de abdomen superior.

Omentos, mesenterios y ligamentos

Repartidos por la cavidad peritoneal se localizan varios pliegues de peritoneo que unen los órganos entre sí o a la pared del abdomen. Estos pliegues (omentos, mesenterios y ligamentos), se desarrollan a partir de los mesenterios dorsal y ventral primitivos, que suspenden el tubo digestivo en desarrollo en la cavidad celómica embrionaria. Algunos contienen vasos y nervios que van a las vísceras, mientras que otros ayudan a mantener la posición adecuada de las vísceras.

Omentos

Los omentos están formados por dos hojas de peritoneo que van del estómago y la primera porción del duodeno a otras vísceras. Hay dos:

- El omento mayor, que deriva del mesenterio dorsal.
- El omento menor, que deriva del mesenterio ventral.

Omento mayor

El **omento mayor** es un pliegue peritoneal en forma de delantal, que se inserta en la curvatura mayor del estómago y la primera porción del duodeno (fig. 4.56). Cuelga sobre el colon transverso y las asas de yeyuno e íleon en la parte inferior (fig. 4.53). En la parte posterior asciende para relacionarse con el peritoneo de la parte superior del colon transverso y el mesocolon transverso (pero se mantiene separado) antes de llegar a la pared posterior del abdomen.

Habitualmente es una membrana fina que contiene siempre un acúmulo de grasa que en algunas personas puede ser considerable. Además, entre este doble delantal peritoneal discurren dos arterias y sus correspondientes venas, los **vasos gastroomentales derecho** e **izquierdo,** justo por debajo de la curvatura mayor del estómago.

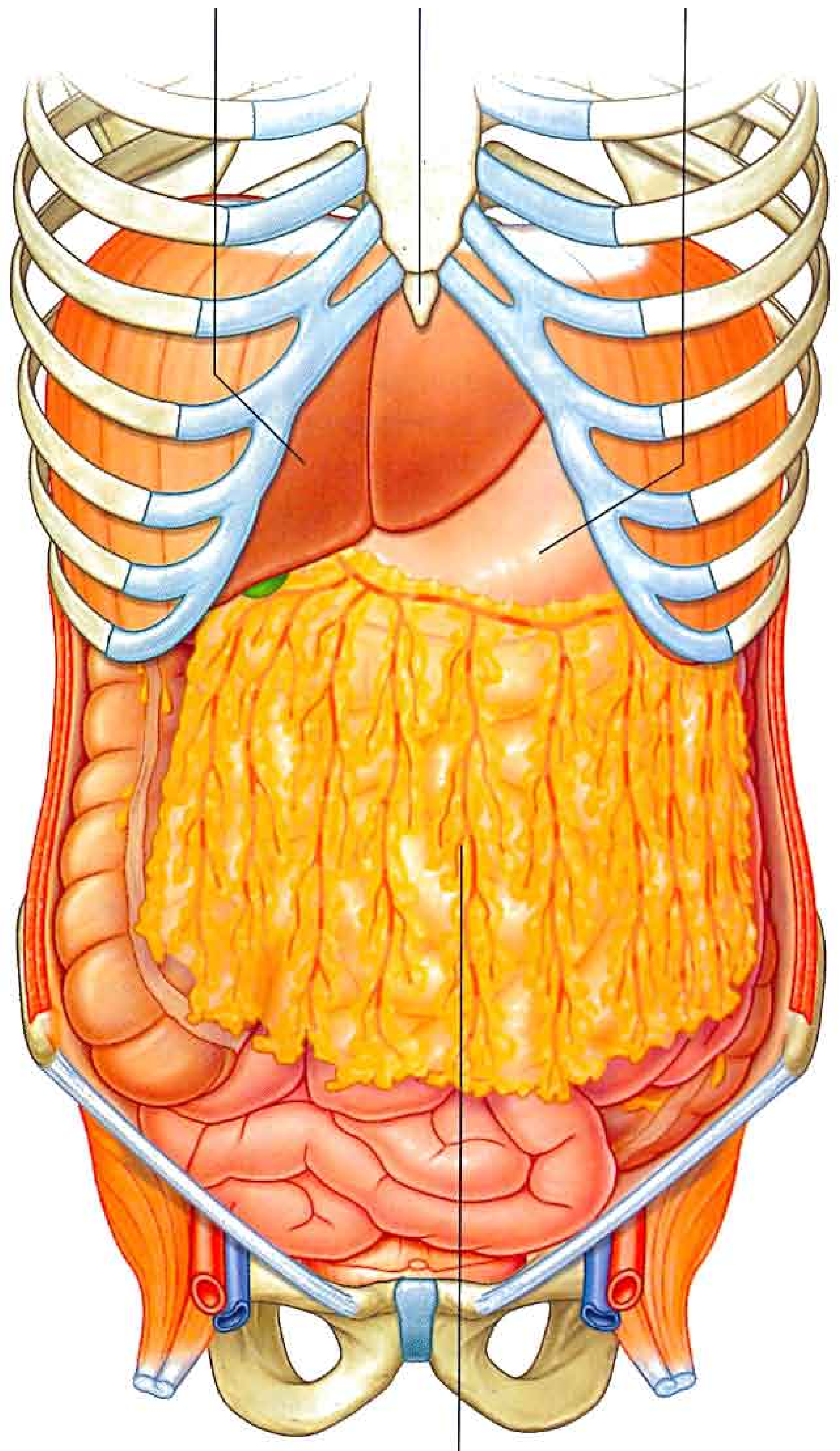


Fig. 4.56 Omento mayor.

Omento menor

El otro omento, formado por dos hojas de peritoneo, es el omento menor (fig. 4.57). Se extiende desde la curvatura menor del estómago y la primera porción duodenal a la cara inferior del hígado (figs. 4.53 y 4.57)

El omento menor es una membrana fina continua con la envoltura de las superficies anterior y posterior del estómago y de la primera porción duodenal, que se divide en:

- El **ligamento hepatogástrico,** que va del estómago al hígado.
- El **ligamento hepatoduodenal,** que va del duodeno al hígado.

El ligamento hepatoduodenal termina en su parte lateral en un borde libre, y es el límite anterior del orificio omental (fig. 4.54). Junto a este borde libre discurren la arteria hepática, la vía biliar y la vena porta. Además, cerca de la curvatura menor del estómago se encuentran los vasos gástricos derecho e izquierdo entre las dos hojas del omento menor.

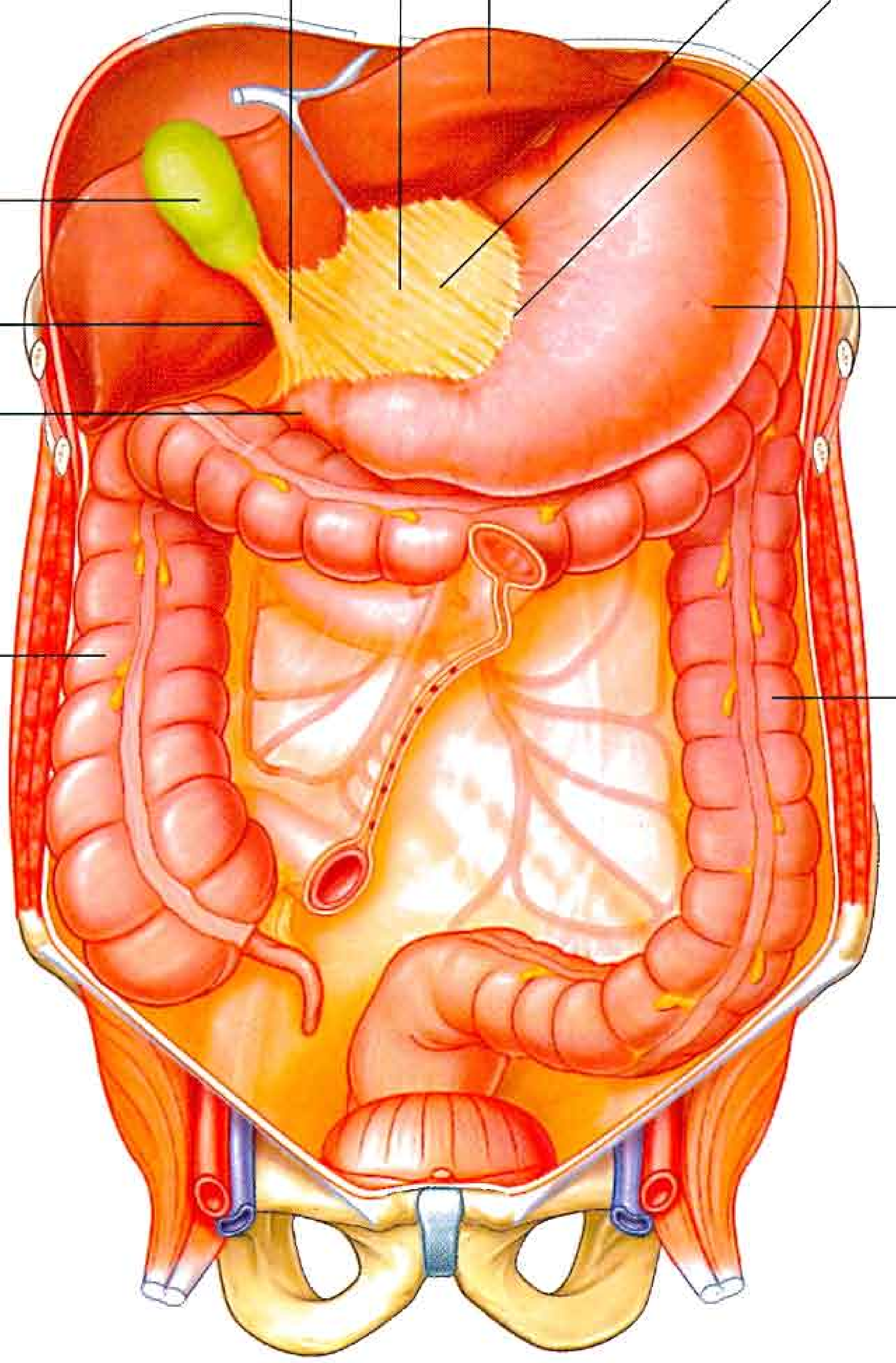


Fig. 4.57 Omento menor.

Conceptos prácticos

El omento mayor

Cuando se realiza una laparotomía y se abre la cavidad peritoneal, habitualmente la primera estructura que se encuentra es el omento mayor. Esta membrana vascular y grasa de doble hoja cuelga como un delantal de la curvadura mayor gástrica, cubre el colon transverso y queda suspendida en la cavidad abdominal. Con frecuencia se la llama «el vigilante del abdomen», por su evidente capacidad de «desplazarse» a cualquier zona inflamada y envolver el órgano para frenar la inflamación. Cuando se inflama una porción de intestino, se detiene el peristaltismo. A esta zona aperistáltica se la llama íleo paralítico local. El resto de intestino no inflamado continúa moviéndose y masajea el omento mayor a la región donde no hay peristaltismo. La reacción inflamatoria local se extiende al omento que se adhiere a la zona enferma del intestino.

El omento mayor es también una localización importante de metástasis. En el carcinoma de ovario es frecuente la diseminación omental directa por vía transcelómica. El omento se engruesa al crecer las metástasis dentro de él.

En la tomografía computarizada y durante la laparotomía se llama al omento engrosado «pastel omental».

Mesenterios

Los mesenterios son pliegues peritoneales que unen las vísceras a la pared posterior del abdomen. Permiten cierta movilidad y proporcionan un conducto para que los vasos, nervios y linfáticos lleguen a las vísceras. Son los siguientes:

- Mesenterio: se relaciona con porciones del intestino delgado.
- Mesocolon transverso: se relaciona con el colon transverso.
- Mesocolon sigmoide: se relaciona con el colon sigmoide.

Todos ellos derivan del mesenterio dorsal.

Mesenterio

El **mesenterio** es un pliegue peritoneal de dos hojas, ancho y con forma de abanico, que une el yeyuno y el íleon a la pared posterior del abdomen (fig. 4.58). Su inserción superior está en la unión duodenoyeyunal, inmediatamente a la izquierda de la porción superior de la columna lumbar. Se dirige hacia abajo y la derecha en dirección oblicua y termina en la unión ileocecal cerca del borde superior de la articulación sacrococcígea derecha. En la grasa situada entre las hojas peritoneales del mesenterio se encuentran las arterias, venas, nervios y linfáticos que van al yeyuno y al íleon.

Mesocolon transverso

El **mesocolon transverso** es un pliegue del peritoneo que une el colon transverso a la pared posterior del abdomen (fig. 4.58). Sus dos hojas salen de la pared posterior del abdomen, cruzan la superficie anterior de la cabeza y el cuerpo del páncreas y se dirigen hacia fuera para rodear al colon transverso. Entre las dos capas están las arterias, venas, nervios y linfáticos relacionados con el colon transverso.

Mesocolon sigmoide

El **mesocolon sigmoide** es un pliegue peritoneal en forma de V invertida que une el colon sigmoide a la pared del abdomen (fig. 4.58). El vértice de la V está cerca de la división de la arteria ilíaca primitiva en las ramas interna y externa, y la rama izquierda de la V desciende a lo largo del borde interno del músculo psoas mayor y la rama derecha de la V desciende dentro de la pelvis para terminar en el nivel de la vértebra S3. Los vasos sigmoides y rectales superiores, junto con los nervios y linfáticos correspondientes, van en el pliegue peritoneal.

Ligamentos

Los ligamentos peritoneales están formados por dos capas de peritoneo que unen dos órganos entre sí o un órgano a la pared del abdomen, y pueden formar parte de un omento. Se les suele dar un nombre relacionado con las estructuras que conectan. Por ejemplo, el ligamento esplenorrenal conecta el riñón derecho con el bazo, y el ligamento gastrofrénico une el estómago al diafragma.

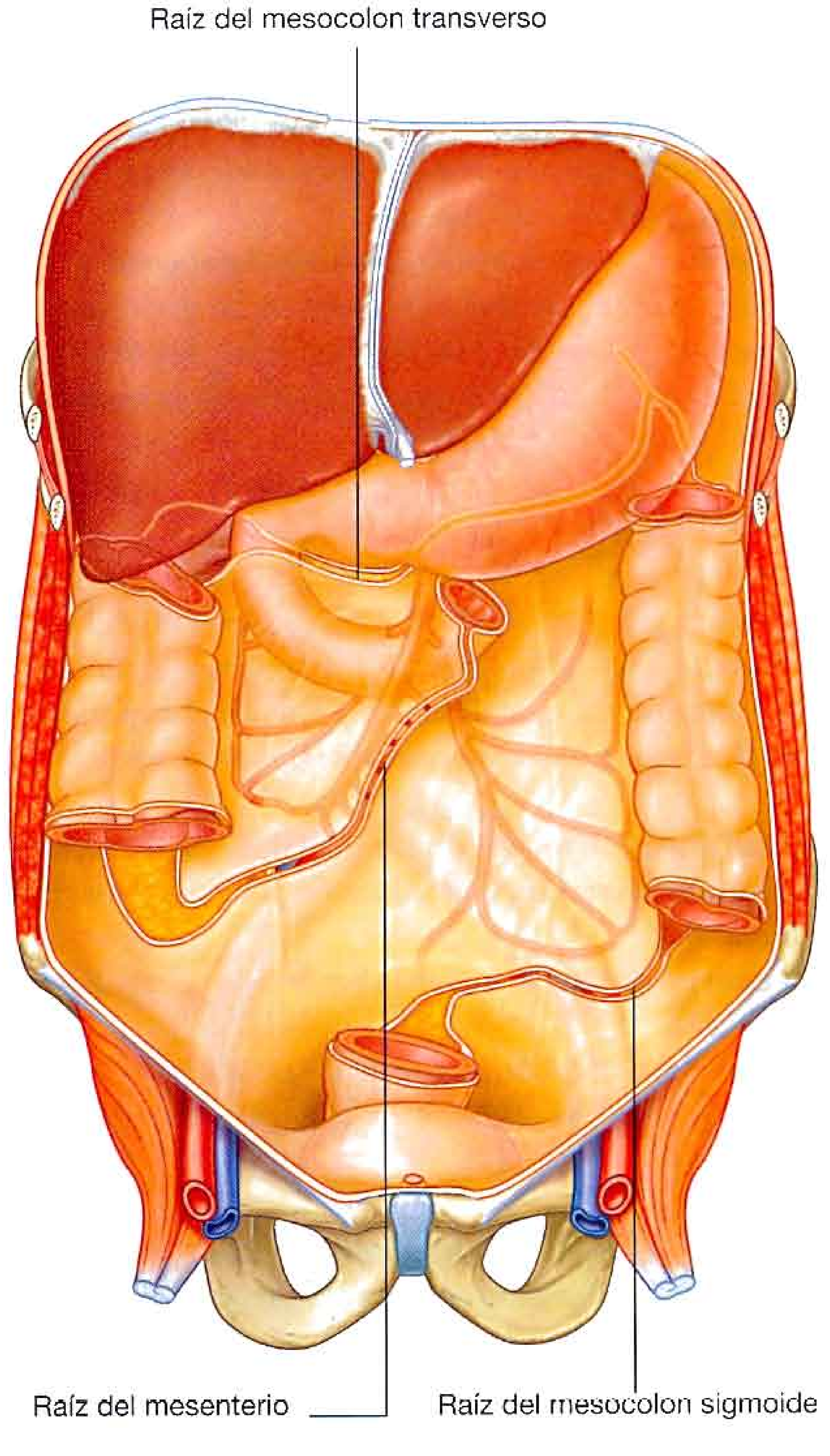


Fig. 4.58 Reflexiones peritoneales que forman mesos señalados en la pared posterior del abdomen.

Órganos

Esófago abdominal

El esófago abdominal es la porción corta distal del esófago localizada en la cavidad abdominal. Pasa por el pilar derecho del diafragma, habitualmente a nivel de la vértebra T10, va del hiato esofágico al cardias del estómago inmediatamente a la izquierda de la línea media (fig. 4.59).

Los troncos anterior y posterior del nervio vago van unidos al esófago cuando entra en el abdomen:

- El **tronco anterior del vago** consta de varios troncos más pequeños cuyas fibras proceden mayoritariamente del nervio vago izquierdo, la rotación del intestino durante el desarrollo desplaza estos troncos a la superficie anterior del esófago.
- De forma similar, el **tronco posterior del vago** es un tronco único cuyas fibras proceden en su mayoría del nervio vago derecho, y la rotación durante el desarrollo desplaza este tronco a la superficie posterior del esófago.

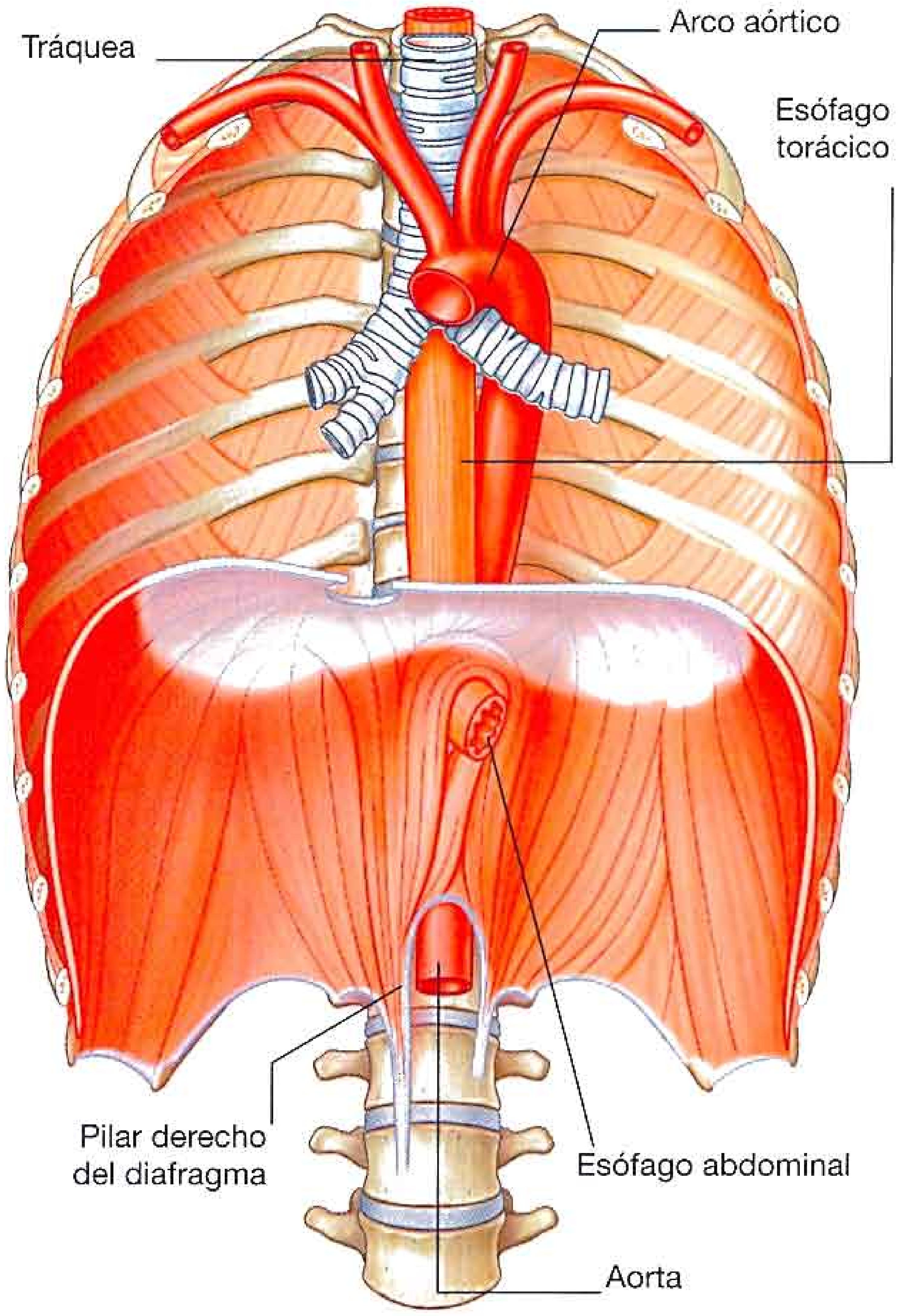


Fig. 4.59 Esófago abdominal.

Estómago

El estómago es la porción más dilatada del tubo digestivo y tiene forma de J (figs. 4.60 y 4.61). Situado entre el esófago abdominal y el intestino delgado, está en las regiones del abdomen, epigástrica, umbilical, e hipocondrio izquierdo.

El estómago se divide en cuatro regiones:

- El **cardias,** que rodea el orificio del esófago al estómago.
- El **fundus gástrico,** que es la zona por encima del nivel del cardias.
- El **cuerpo gástrico,** que es la parte más ancha del estómago.
- La **porción pilórica,** que se divide en antro pilórico y canal pilórico y es el extremo distal del estómago (fig. 4.61B).

La salida del estómago **(orificio pilórico)** está señalada en la superficie del órgano por la **constricción pilórica** y rodeada por un anillo engrosado de músculo circular gástrico (el **esfínter pilórico**). El orificio del píloro está inmediatamente a la derecha de la línea media, en un plano que pasa por el límite inferior de la vértebra L1 **(plano transpilórico).**

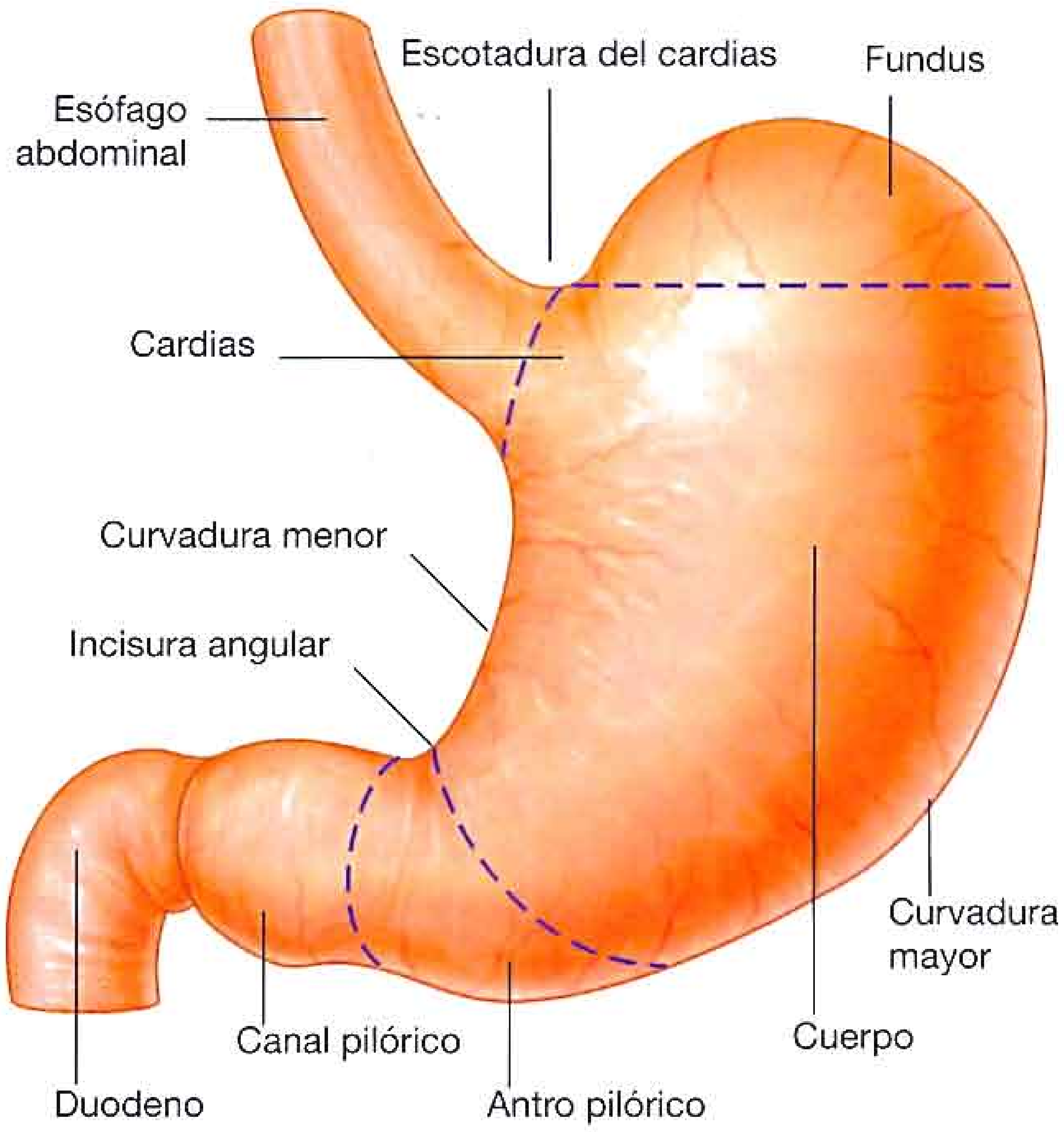


Fig. 4.60 Estómago.

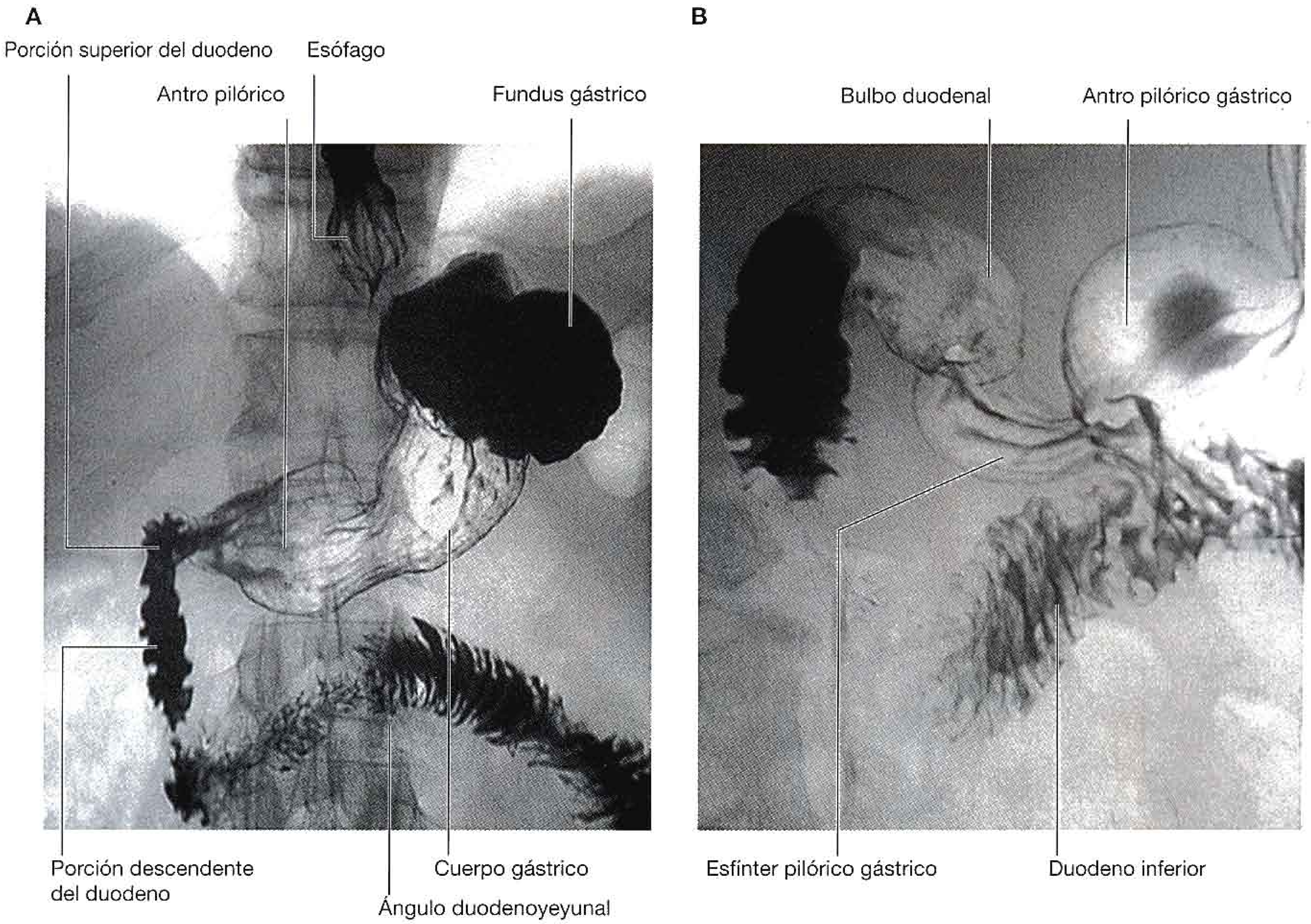


Fig. 4.61 Radiografía con contraste de bario que muestra el estómago y el duodeno. **A.** Doble contraste radiográfico del estómago. **B.** Doble contraste radiográfico que muestra el bulbo duodenal.

Otras partes del estómago son:

- La **curvatura mayor**, que es el punto de inserción del omento mayor.
- La **curvatura menor**, que es el punto de inserción del omento menor.
- La **escotadura cardíaca**, que es el ángulo agudo que se forma cuando el esófago entra en el estómago.
- La **incisura angular**, que es una curva en la curvatura menor.

Intestino delgado

El intestino delgado es la porción más larga del tubo digestivo, y se extiende desde el orificio pilórico del estómago a la válvula ileocecal. Este tubo hueco, de unos 6-7 metros de longitud con un diámetro que se va estrechando del principio al final, consta del duodeno, el yeyuno y el íleon.

Duodeno

La primera porción del intestino delgado es el duodeno. Esta estructura en forma de C, contigua a la cabeza del páncreas, mide 20-25 cm de longitud y está por encima del nivel del ombligo; su luz es la más ancha del intestino delgado (fig. 4.62). Es retroperitoneal excepto en el comienzo, que está unido al hígado por el ligamento hepatoduodenal, parte del omento menor.

El duodeno se divide en cuatro porciones:

- La **porción superior** (primera porción) se extiende desde el orificio pilórico del estómago al cuello de la vesícula biliar, está justo a la derecha del cuerpo de la vértebra L1, y pasa por delante del conducto biliar, arteria gastroduodenal, vena porta y vena cava inferior, *en la clínica se llama a esta porción duodenal la ampolla o cabeza duodenal, y la mayor parte de las úlceras duodenales se localizan en esta porción.*

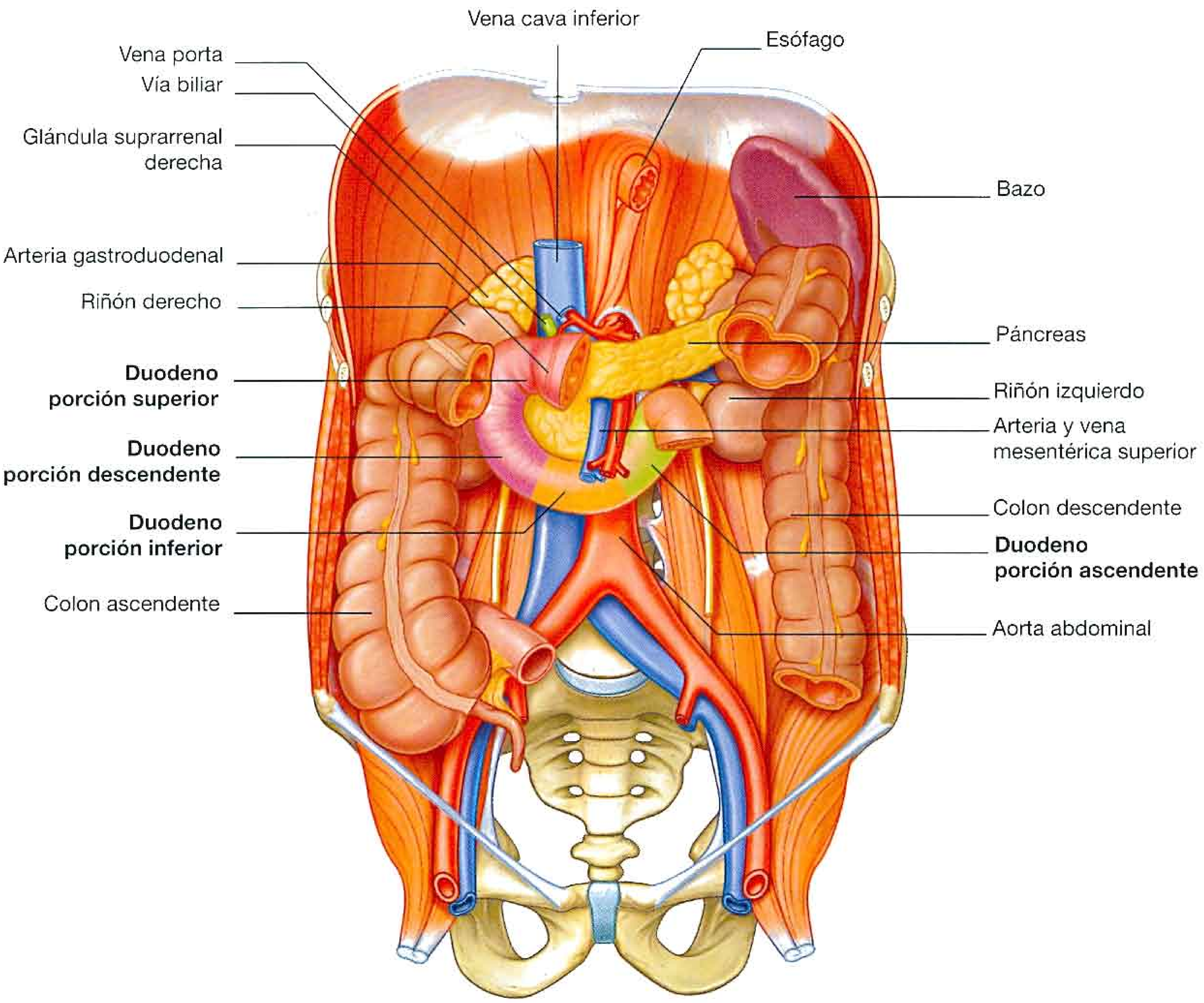


Fig. 4.62 Duodeno.

- La **porción descendente** (segunda porción) del duodeno está justo a la derecha de la línea media y se extiende desde el cuello de la vesícula biliar al borde inferior de la vértebra L3, el colon transverso cruza su superficie anterior, por detrás está el riñón derecho y por dentro la cabeza del páncreas; esta porción del duodeno contiene la **papila mayor del duodeno,** que es la entrada común de los conductos biliar y pancreático, y la **papila menor del duodeno,** que es la entrada del conducto pancreático accesorio, y la unión del intestino proximal y el intestino medio justo por debajo de la papila mayor del duodeno.
- La **porción inferior** (tercera porción) del duodeno es la sección más larga, cruza la vena cava inferior, la aorta y la columna vertebral (figs. 4.61B y 4.62), la arteria y la vena mesentérica superior la cruzan por delante.
- La **porción ascendente** (cuarta porción) del duodeno se dirige hacia arriba por encima o a la izquierda de la aorta para llegar al borde superior de la vértebra L2 y termina en el **ángulo duodenoyeyunal.**

Este ángulo duodenoyeyunal está rodeado por un pliegue de peritoneo que contiene fibras musculares llamado **músculo suspensor (ligamento) del duodeno (ligamento de Treitz).**

Yeyuno

Las últimas dos secciones de intestino delgado son el yeyuno y el íleon (fig. 4.63). El yeyuno representa las dos quintas partes proximales. Está fundamentalmente en el cuadrante superior izquierdo del abdomen y tiene mayor diámetro y una pared más gruesa que el íleon. Las arcadas arteriales menos marcadas y los vasos rectos (arterias rectas) más largos que los del íleon son una característica diferencial del yeyuno (fig. 4.64).

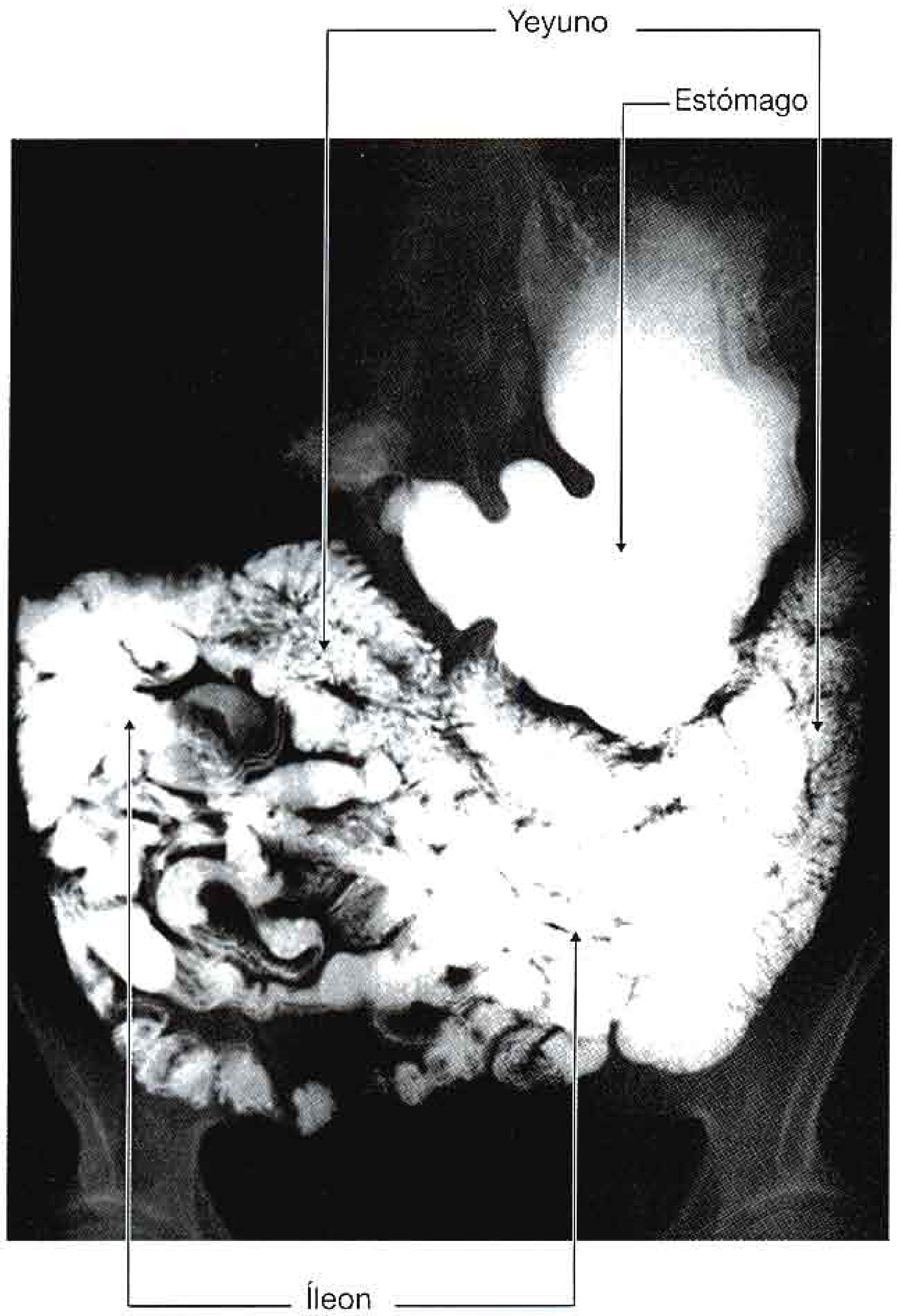


Fig. 4.63 Radiografía con contraste de bario que muestra el yeyuno y el íleon.

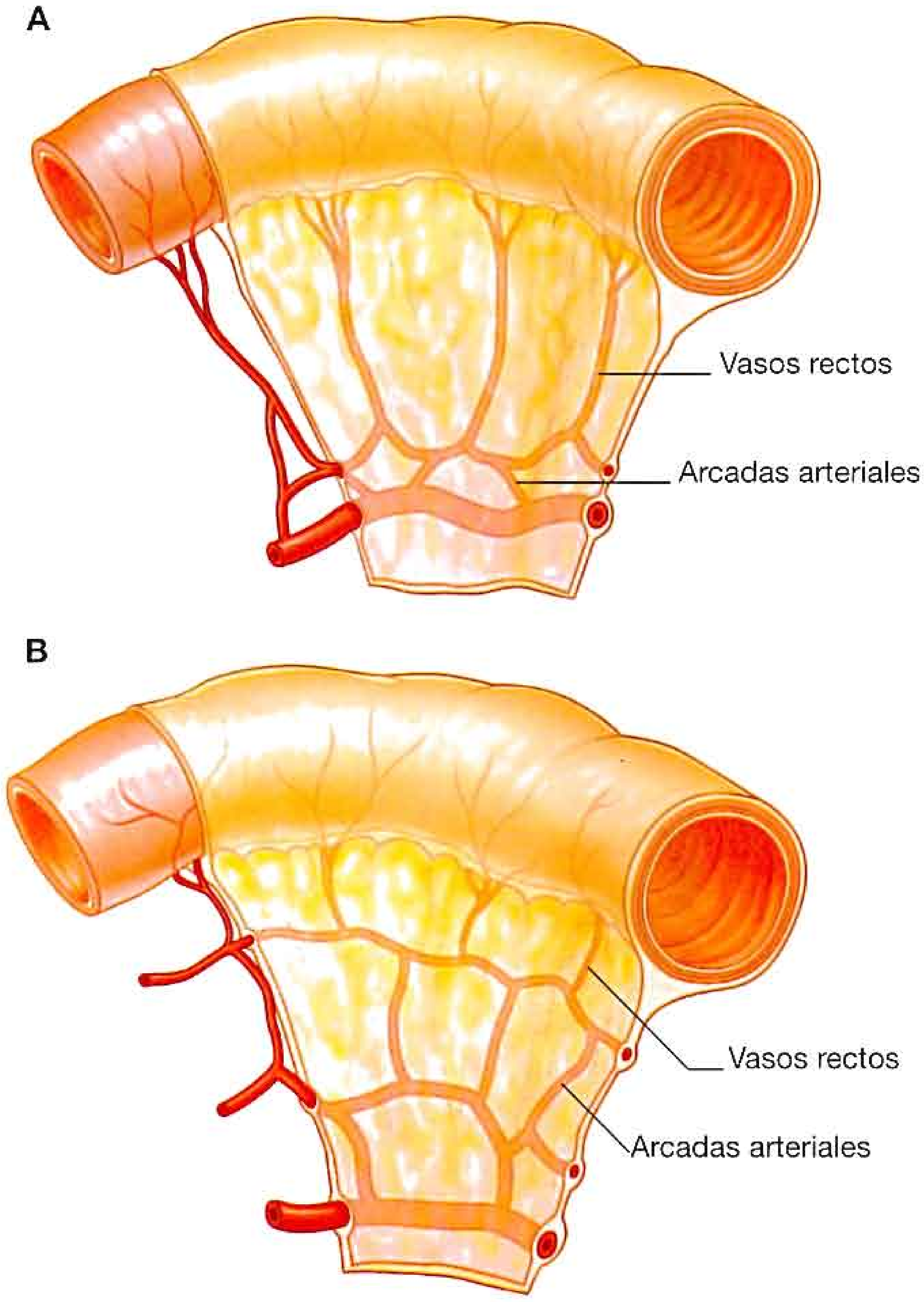


Fig. 4.64 Diferencias de vascularización en el intestino delgado. **A.** Yeyuno. **B.** Íleon.

Íleon

El íleon constituye las tres quintas partes distales del intestino delgado y la mayor parte de él está en el cuadrante inferior derecho. Comparado con el yeyuno, tiene paredes más delgadas, vasos rectos más cortos, más grasa mesentérica y más arcadas arteriales (fig. 4.64).

El íleon desemboca en el intestino grueso en el punto donde el ciego y el colon ascendente se juntan. La abertura está rodeada por dos solapas proyectadas en la luz del intestino grueso (la **válvula ileocecal**) (fig. 4.65). Los labios de la válvula ileocecal se juntan en el extremo formando crestas. La musculatura del íleon continúa en cada labio formando un esfínter. Las posibles funciones de la válvula ileocecal son prevenir el reflujo del ciego al íleon y regular el paso de contenido del íleon al ciego.

Conceptos prácticos

Transición de los epitelios entre el esófago abdominal y el estómago

En la unión gastroesofágica existe un esfínter fisiológico, que está delimitado por la transición de un tipo epitelial a otro. En algunas personas, esta unión histológica no se encuentra en la unión fisiológica gastroesofágica sino en el tercio inferior del esófago. Esto predispone a la ulceración del esófago y se relaciona también con un aumento del riesgo de adenocarcinoma.

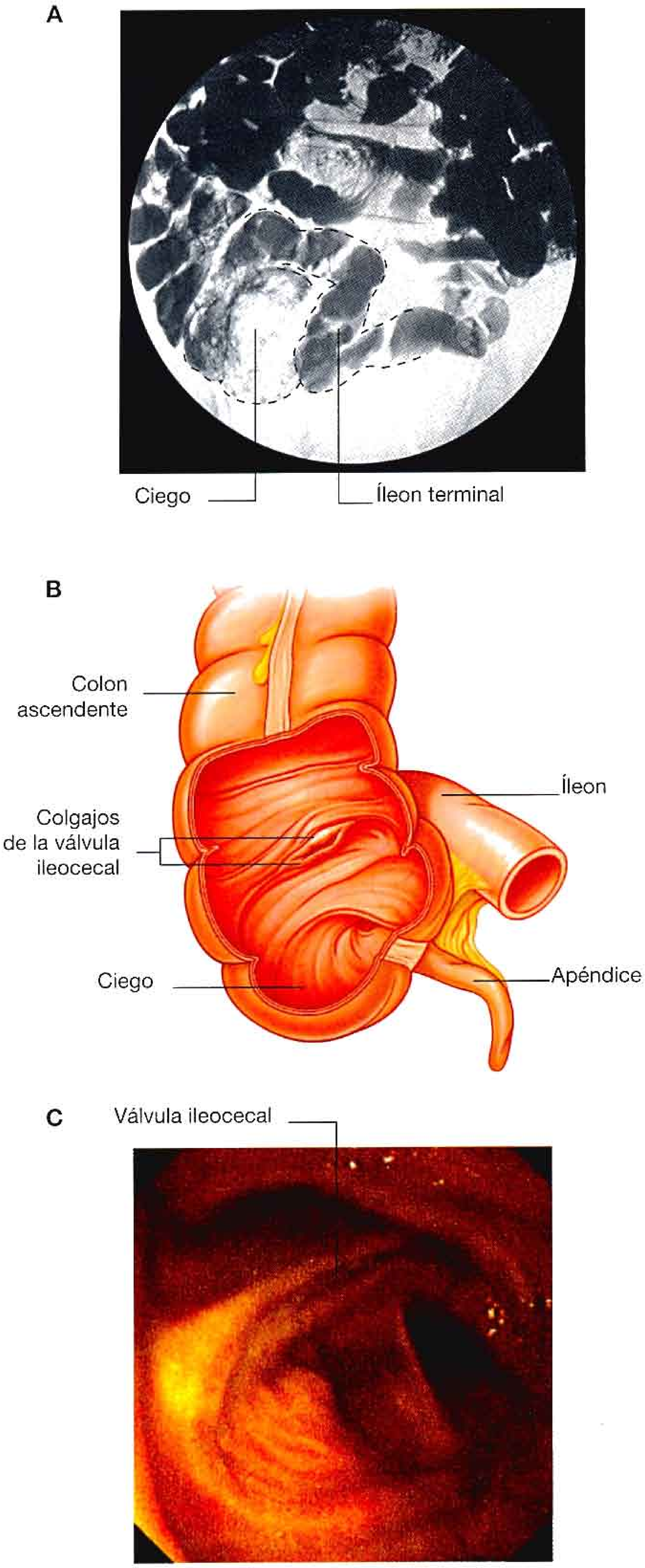


Fig. 4.65 Unión ileocecal. **A.** Radiografía que muestra la unión ileocecal. **B.** Esquema de la unión ileocecal y la válvula ileocecal. **C.** Imagen endoscópica de la válvula ileocecal.

Conceptos prácticos

Úlcera duodenal

Las úlceras duodenales habitualmente se producen en la porción superior del duodeno y son mucho menos frecuentes que hace 50 años. Al principio no había tratamiento y los pacientes morían de hemorragia o peritonitis. Con el desarrollo de las técnicas quirúrgicas, a los pacientes con úlcera duodenal se les sometía a intevenciones quirúrgicas digestivas extensas para prevenir la recidiva ulcerosa, y para algunos pacientes el tratamiento era peligroso. Con el aumento del conocimiento y comprensión de los mecanismos de la secreción ácida en el estómago, se desarrollaron medicamentos que bloqueaban la estimulación y de forma indirecta la secreción de ácido (antagonistas de los receptores H2 de histamina), que han disminuido de forma significativa la mortalidad y morbilidad de esta enfermedad. El tratamiento farmacológico puede ahora inhibir directamente las células gástricas productoras de ácido, por ejemplo con los inhibidores de la bomba de protones. También se hace una detección sistemática de la bacteria *Helicobacter pylori* en los pacientes, y cuando éste se erradica (con tratamiento antibiótico), disminuye de forma significativa la formación de úlceras duodenales.

Anatómicamente, las úlceras duodenales pueden ser tanto anteriores como posteriores.

Las úlceras duodenales posteriores perforan directamente la arteria gastroduodenal, y con más frecuencia la arteria pancreaticoduodenal posterosuperior, lo que puede producir una hemorragia masiva que en algunos pacientes es mortal. El tratamiento incluye intervención quirúrgica importante con ligadura de los vasos o por vía endovascular, con la colocación de un catéter fino de forma retrógrada desde la arteria femoral en la arteria celíaca por un radiólogo. La arteria hepática común y la arteria gastroduodenal se canulan y se pueden embolizar con carbono, lo que detiene la hemorragia.

Las úlceras duodenales anteriores se perforan en la cavidad peritoneal produciendo peritonitis. La intensa reacción inflamatoria y el íleo local producen adhesión del omento mayor, que intenta sellar la perforación. El estómago y el duodeno contienen con frecuencia gran cantidad de aire, que penetra en la cavidad peritoneal y se puede observar en una radiografía de tórax con el paciente en bipedestación como aire subdiafragmático. La mayoría de las veces el tratamiento de la úlcera es quirúrgico.

Conceptos prácticos

Exploración del tracto digestivo superior

Con frecuencia hay que explorar el esófago, el estómago, el duodeno y el yeyuno en busca de enfermedad. Después de una anamnesis adecuada y de una exploración, la mayoría de los médicos solicitan una serie de análisis de sangre para descartar hemorragia, inflamación o tumores. El siguiente paso es explorar los tres componentes de cada asa de intestino, es decir, la luz, la pared y masas extrínsecas que puedan comprimir o perforar el intestino.

Exploración de la luz intestinal

Las soluciones de bario se pueden ingerir y observarse mediante radioscopia. Pueden buscarse masas (p. ej., pólipos y tumores) y valorar las ondas peristálticas. También se pueden administrar al paciente gránulos que liberan anhídrido carbónico para llenar el estómago, de manera que el bario se desplaza hacia la mucosa recubriéndola en capa fina, lo que muestra detalles de ésta. Estas exploraciones son relativamente sencillas y pueden utilizarse para obtener imágenes del esófago, estómago, duodeno e intestino delgado.

Exploración de la pared intestinal y masas extrínsecas

Endoscopia. Un endoscopio es una cámara instalada en el extremo de un tubo flexible con un diámetro no más grande que el de una manguera. El endoscopista (un médico especializado) introduce el tubo y la cámara por la boca del paciente hasta el esófago, estómago, duodeno y yeyuno proximal. La mucosa puede observarse directamente (figs. 4.66-4.68) y puede realizarse una biopsia de las zonas anormales. Si se encuentran zonas de hemorragia, éstas pueden coagularse o se pueden inyectar medicamentos para detener la hemorragia.

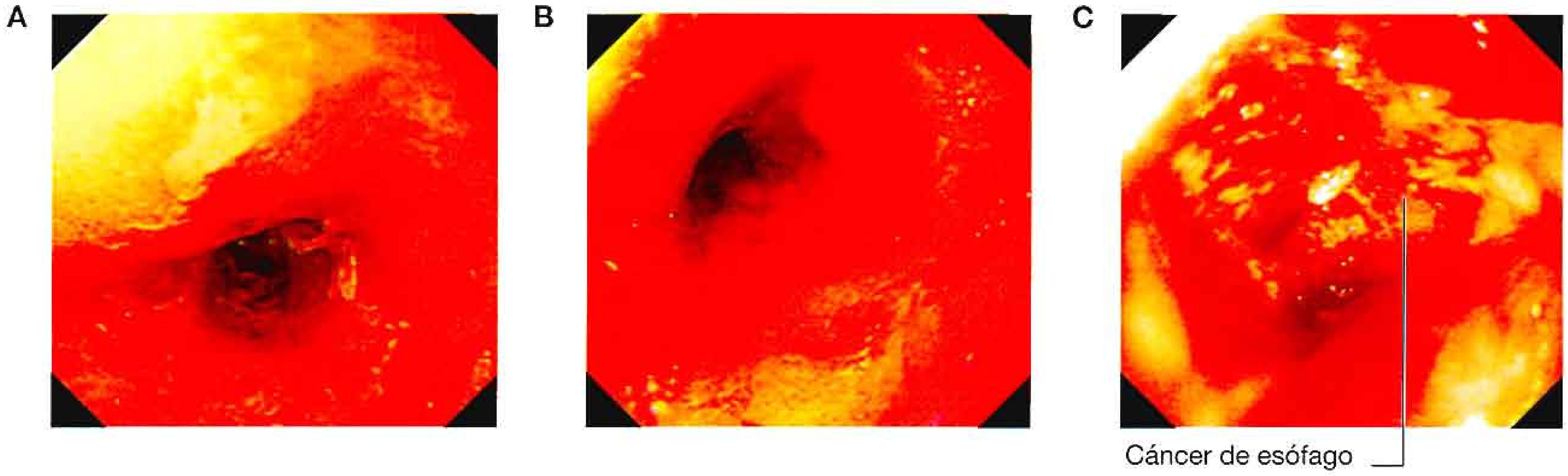


Fig. 4.66 Imágenes endoscópicas de la unión esofagogástrica. **A.** Contracción esofágica. **B.** Contracción esofágica después de dilatación. **C.** Cáncer de esófago en la unión esofagogástrica.

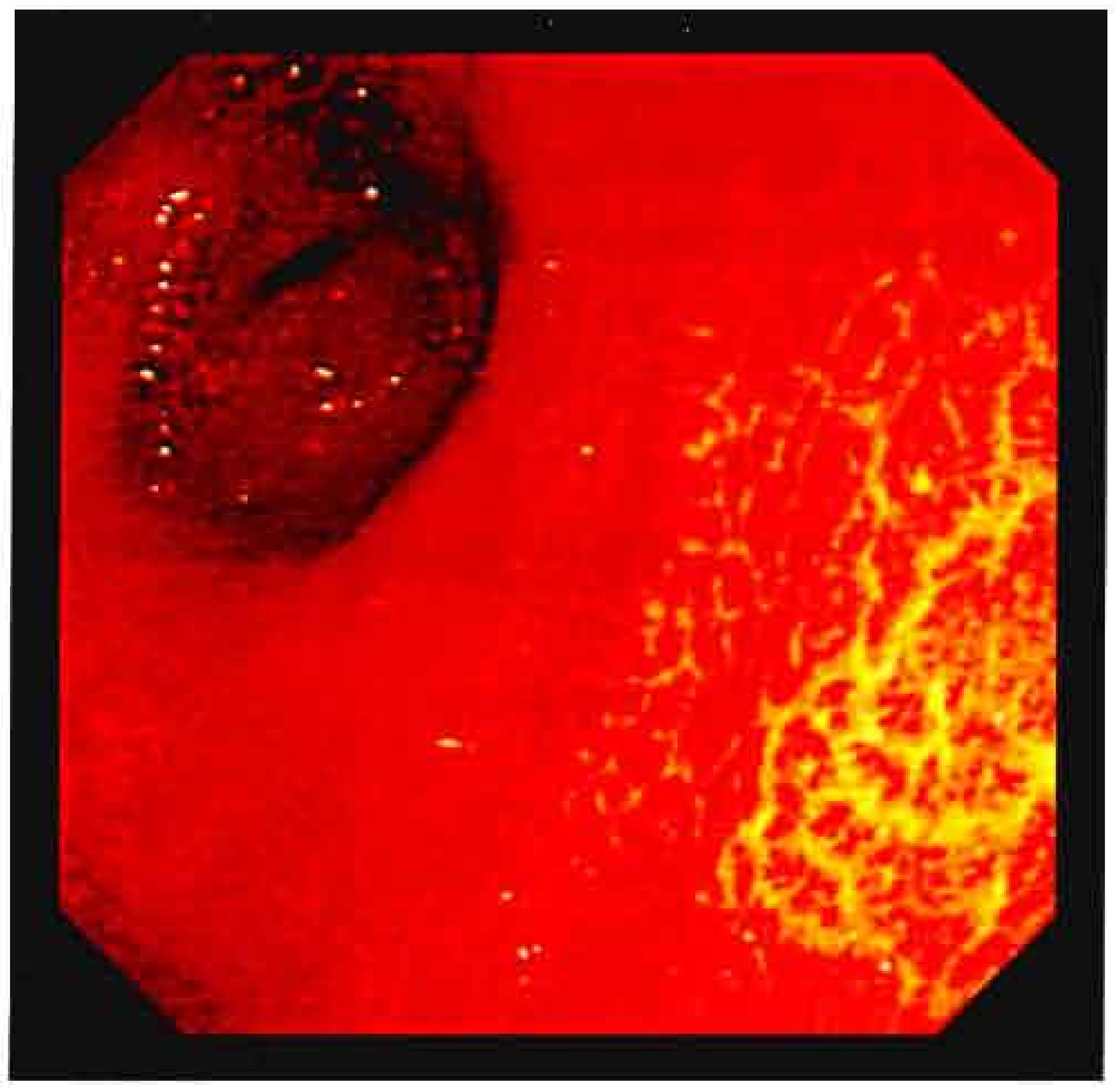


Fig. 4.67 Imagen endoscópica del antro pilórico del estómago mirando al píloro, con discreta gastritis en primer plano.

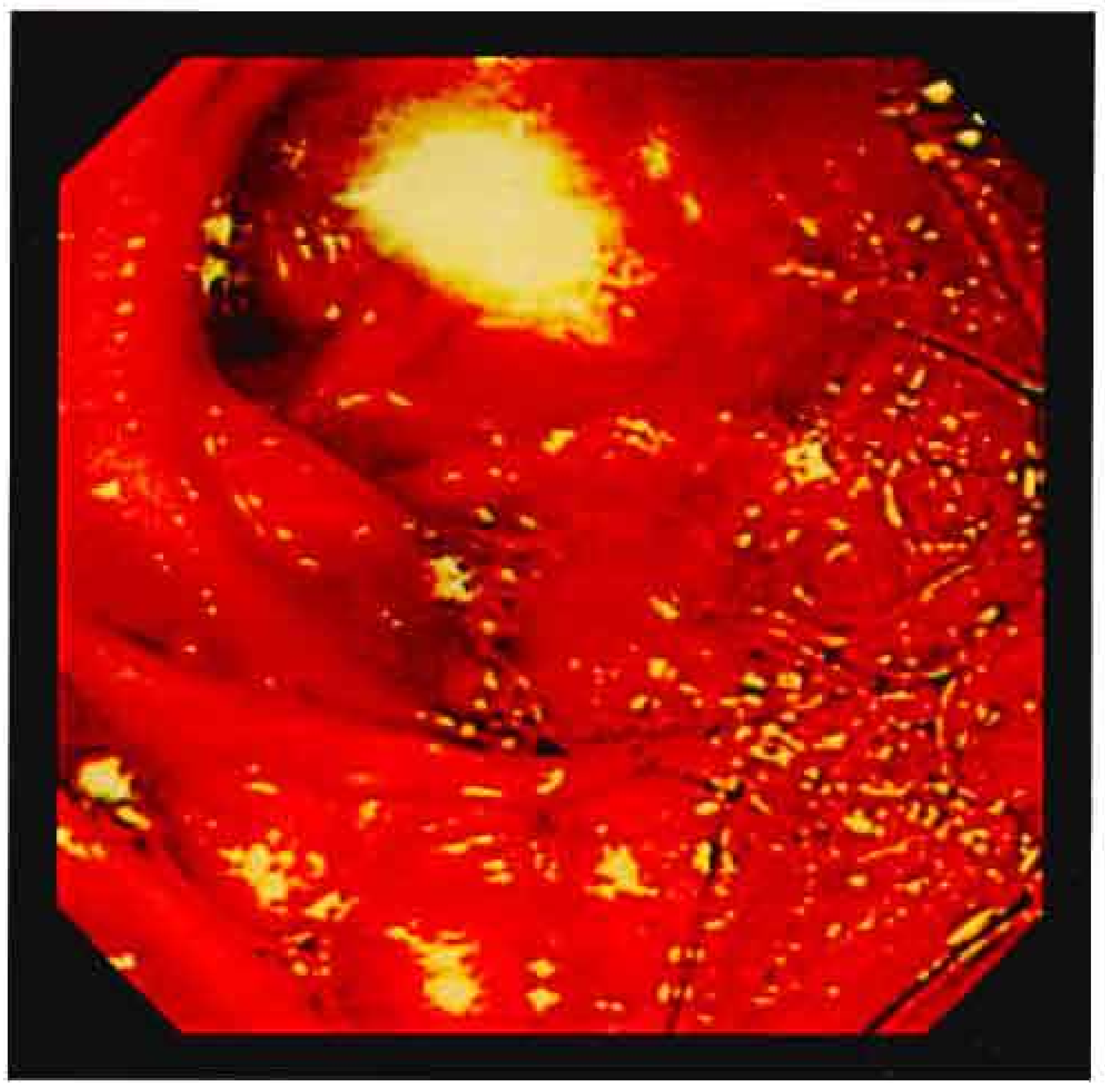


Fig. 4.68 Imagen endoscópica que muestra el aspecto normal de la segunda porción del duodeno.

Conceptos prácticos

Divertículo de Meckel

El divertículo de Meckel (fig. 4.69) es el vestigio de la porción proximal del conducto vitelino, que en el embrión entra en el cordón umbilical y se sitúa en el borde antimesentérico del íleon. Aunque es un hallazgo infrecuente (aparece aproximadamente en el 2% de la población), siempre es importante tener en cuenta el diagnóstico de divertículo de Meckel, puesto que produce síntomas en algunos pacientes. Las manifestaciones más frecuentes son hemorragia, invaginación, diverticulitis, ulceración y obstrucción.

Fig. 4.69 Vascularización de un divertículo de Meckel. Angiografía de sustracción digital.

Conceptos prácticos

Tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM). Estas técnicas pueden aportar información importante acerca de la pared del intestino, que no se puede obtener en los estudios con bario o endoscopias. El engrosamiento de la pared puede indicar un cambio inflamatorio o tumor, y siempre debe considerarse sospechoso. Si se demuestra un tumor, pueden valorarse la extensión locorregional, la presencia de adenopatías y las metástasis.

Métodos de imagen modernos. Un pequeño ecógrafo colocado en el extremo del endoscopio puede obtener imágenes de alta definición de la mucosa y submucosa del tracto digestivo alto. Estas imágenes pueden mostrar la resecabilidad de un tumor y guiar al médico para hacer una biopsia.

Conceptos prácticos

Carcinoma gástrico

El carcinoma gástrico es un tumor digestivo frecuente. La inflamación crónica gástrica (gastritis), la anemia perniciosa y los pólipos predisponen al desarrollo de este tumor invasivo. Los pacientes suelen diagnosticarse en estadios tardíos de la enfermedad. Los síntomas son dolor epigástrico difuso, sensación de saciedad al empezar a comer, hemorragia que produce anemia crónica y obstrucción.

Se llega al diagnóstico por un tránsito con bario y radiología convencional o endoscopia, que permite tomar una biopsia al mismo tiempo. La ecografía se utiliza para buscar metástasis hepáticas, y si no se observan, se realiza una tomografía computarizada para valorar la resecabilidad. Si el diagnóstico ha sido precoz, es posible una gastrectomía curativa. Sin embargo, la supervivencia media a los 5 años es del 5-20%, con un tiempo de vida medio de 5 a 8 meses al ser el diagnóstico tardío en la mayor parte de los pacientes.

Intestino grueso

El intestino grueso se extiende desde el final del íleon al ano, y mide 1,5 m aproximadamente. Absorbe líquidos y sales del contenido intestinal, formando así las heces, y comprende el ciego, apéndice, colon, recto y conducto anal (figs. 4.70 y 4.71).

Comienza en la región inguinal derecha con el ciego y su apéndice asociado, sigue hacia arriba como **colon ascendente** a lo largo del flanco derecho hasta el hipocondrio derecho (fig. 4.72). Justo por debajo del hígado, se incurva hacia la izquierda, formando el **ángulo derecho del colon (ángulo hepático)**, y cruza el abdomen como colon transverso hasta el hipocondrio izquierdo. En este punto, justo por debajo del bazo, se incurva hacia abajo formando el **ángulo izquierdo del colon (ángulo esplénico)**, y continúa como **colon descendente** a lo largo del flanco izquierdo hasta la región inguinal izquierda. Penetra en la porción superior de la pelvis como colon sigmoide, sigue por la pared posterior de la pelvis como el recto, y termina como conducto anal.

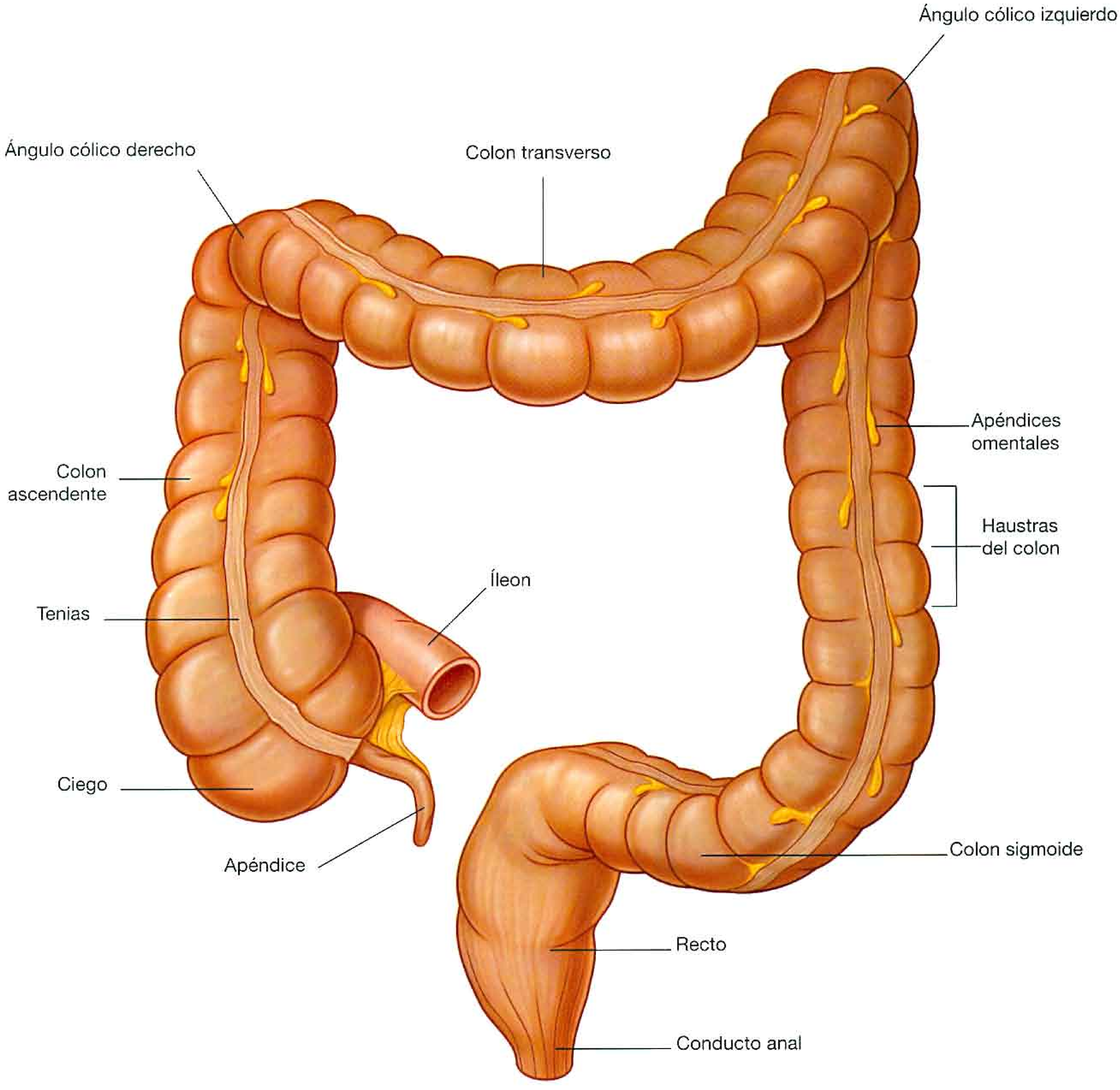


Fig. 4.70 Intestino grueso.

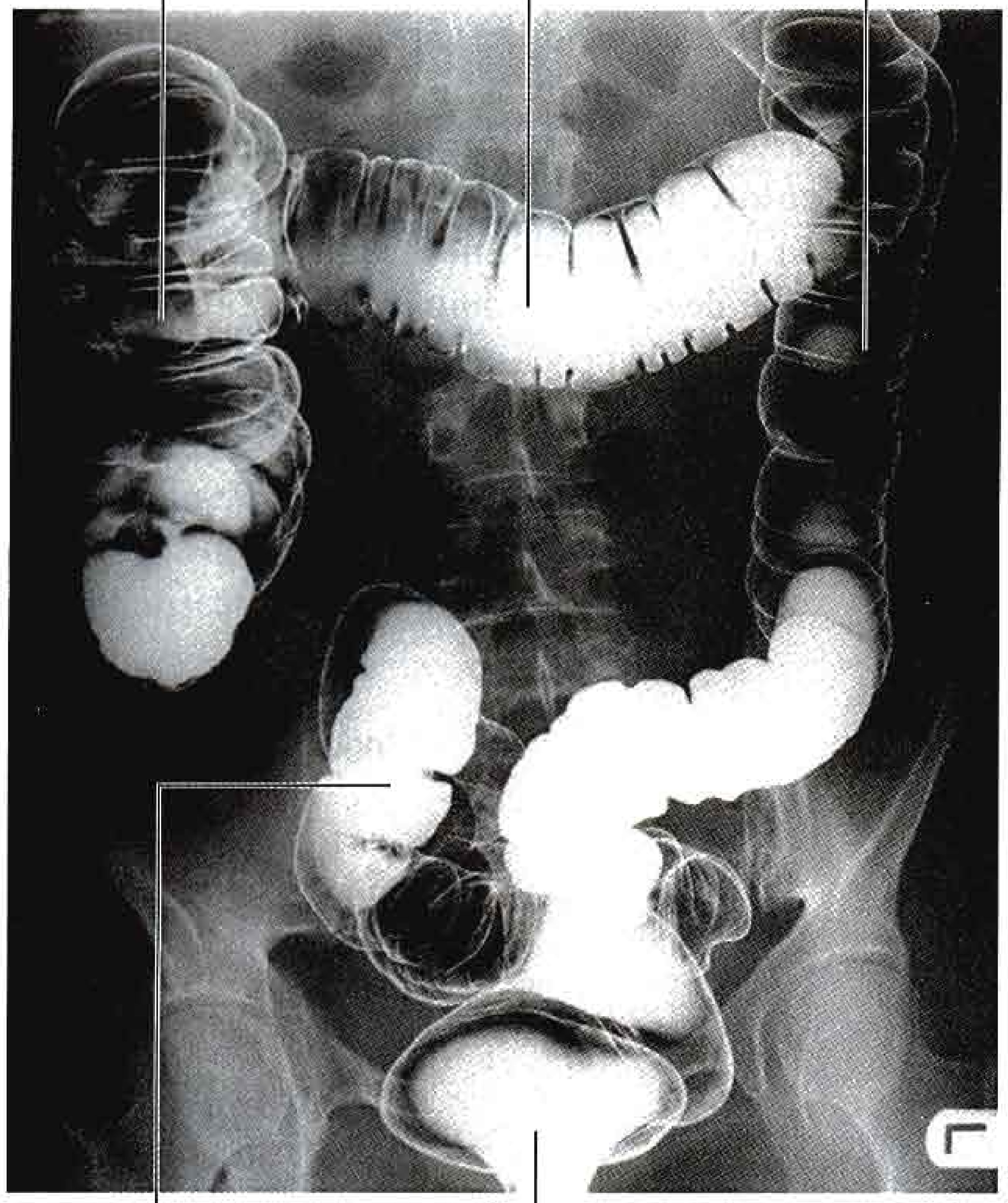


Fig. 4.71 Radiografía con bario donde se muestra el intestino grueso.

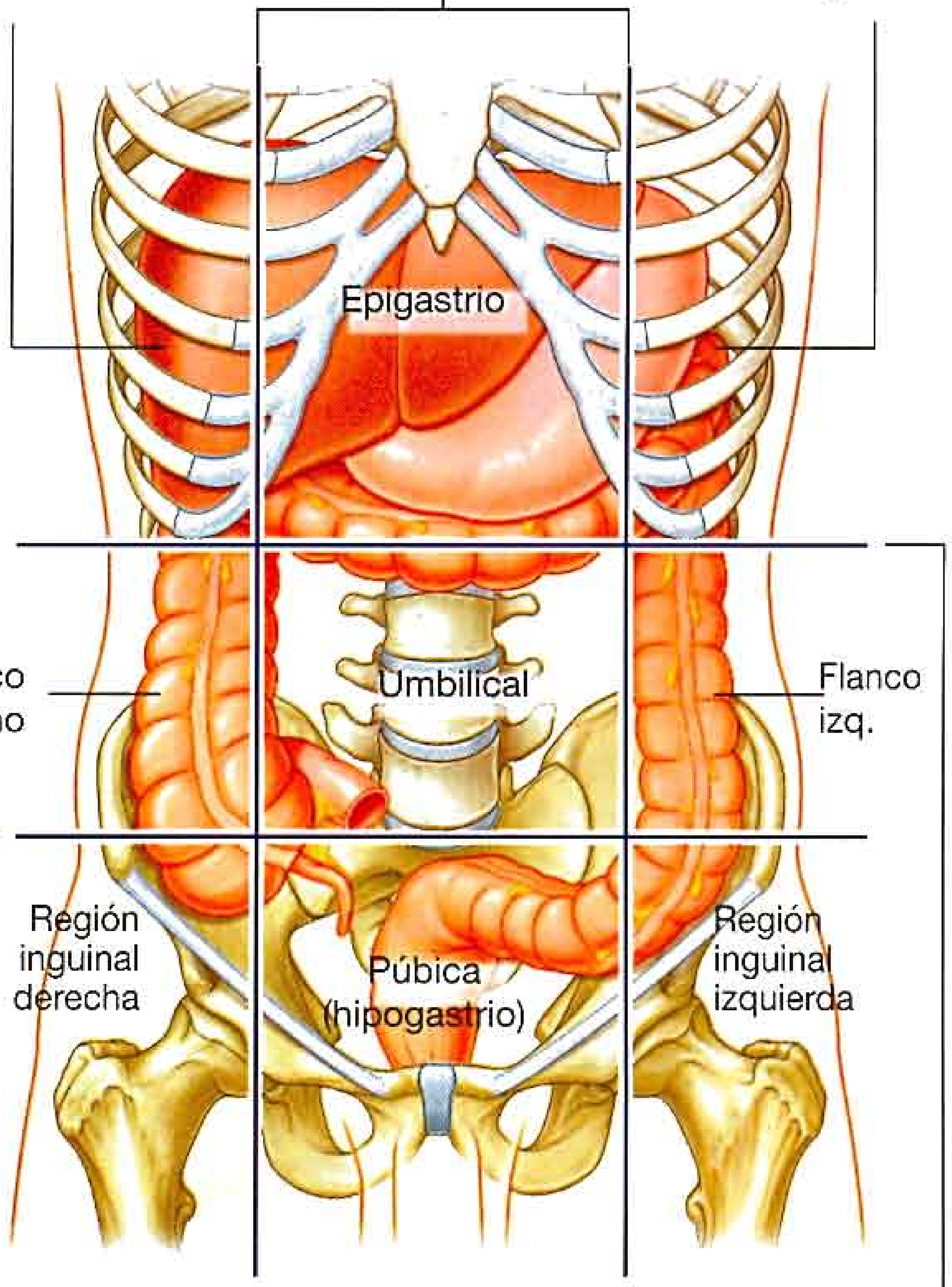


Fig. 4.72 Situación del intestino grueso en la distribución en nueve regiones.

Las características generales de la mayoría del intestino grueso (fig. 4.70) son:

- Su mayor diámetro interno comparado con el del intestino delgado.
- Grupos de grasa cubierta de peritoneo **(apéndices omentales)** relacionados con el colon.
- La división del músculo longitudinal de la pared en tres bandas estrechas (las **tenias cólicas**), que se observan fundamentalmente en el ciego y colon y son menos visibles en el recto.
- Las saculaciones del colon **(haustras del colon).**

Ciego y apéndice

El **ciego** es la primera porción del intestino grueso (fig. 4.73). Está por delante de la apertura ileocecal, en la fosa ilíaca derecha. Es una estructura intraperitoneal debido a su movilidad, no a su suspensión de un mesenterio.

El ciego continúa con el colon ascendente a la entrada del íleon, y habitualmente está en contacto con la pared anterior del abdomen. Puede cruzar el reborde de la pelvis y quedar dentro de la pelvis. El apéndice está unido a la pared posterointerna del ciego, justo por debajo del final del íleon (fig. 4.73).

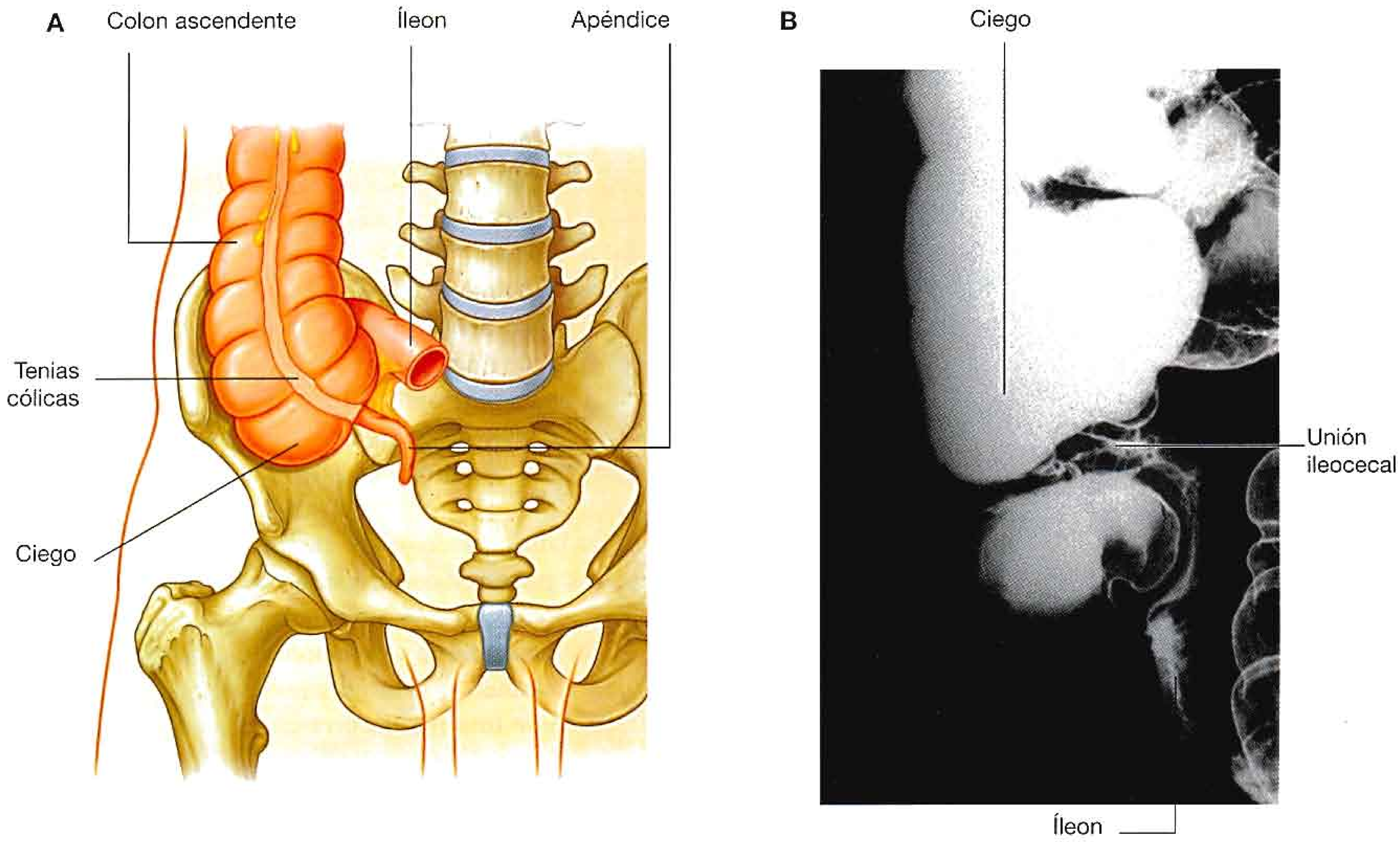


Fig. 4.73 Ciego y apéndice. **A.** Ilustración. **B.** Radiografía con bario donde se aprecia la unión ileocecal.

El **apéndice** es un tubo hueco y estrecho unido al ciego. Tiene tejido linfoide en la pared y está unido al íleon terminal por el **mesoapéndice,** que contiene los **vasos apendiculares** (fig. 4.74). El punto de unión al ciego coincide con la tenia libre visible que lleva a la base del apéndice directamente, pero la situación del resto del apéndice es muy variable (fig. 4.75). Puede estar:

- Por detrás del ciego o de la porción inferior del colon ascendente, o ambos, en posición retrocecal o retrocólica.
- Suspendido por encima del borde de la pelvis en posición pélvica o descendente.
- Por debajo del ciego en posición subcecal.
- Por delante del íleon terminal, pudiendo estar en contacto con la pared del abdomen, en posición preilíaca o por detrás del íleon terminal en posición retroilíaca.

La proyección superficial de la base del apéndice está en la unión de los tercios medio y lateral de una línea trazada desde la espina ilíaca anterosuperior al ombligo **(punto de McBurney).** *Los pacientes con problemas apendiculares describen dolor cerca de esta localización.*

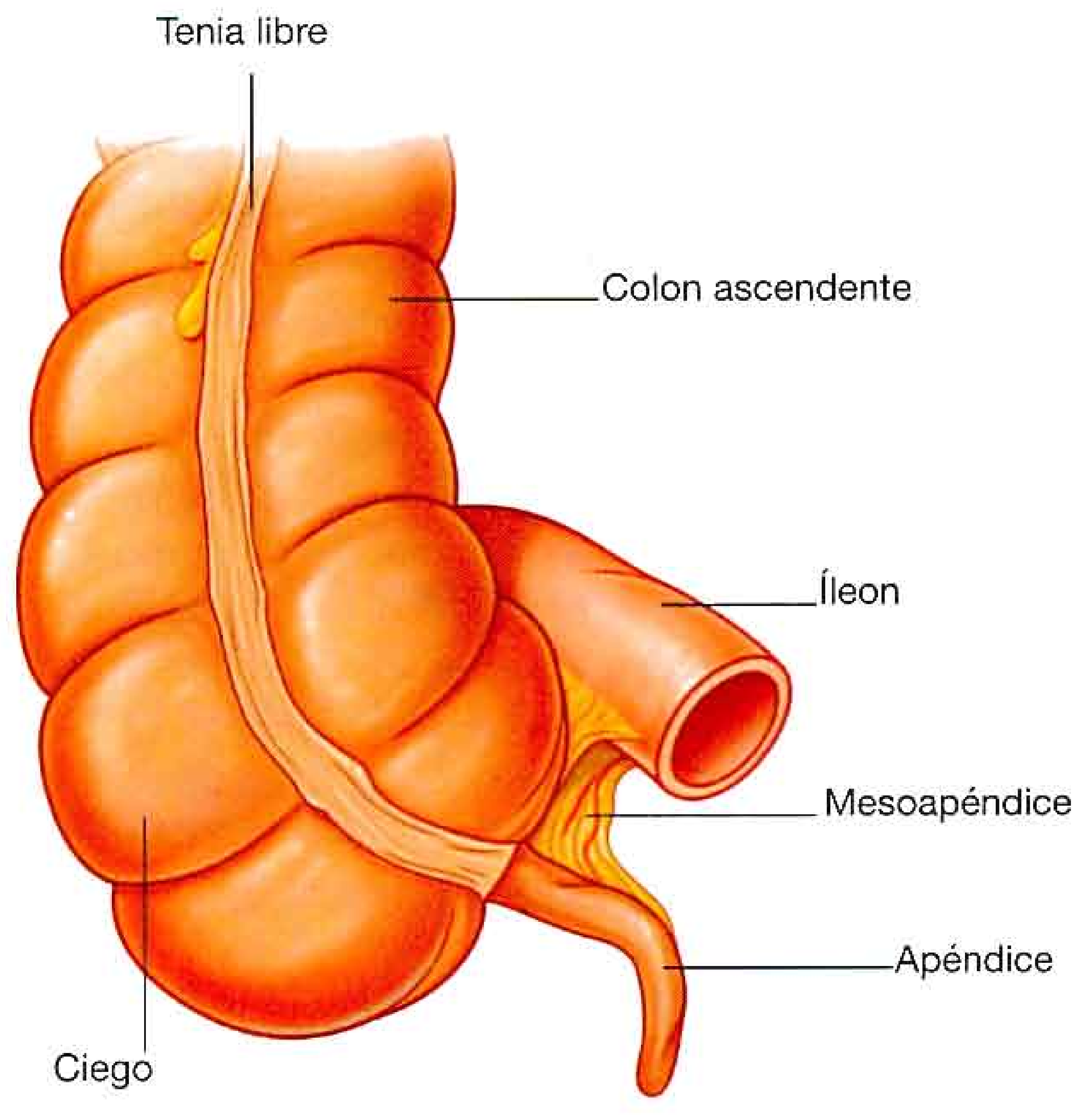


Fig. 4.74 Mesoapéndice y vasos apendiculares.

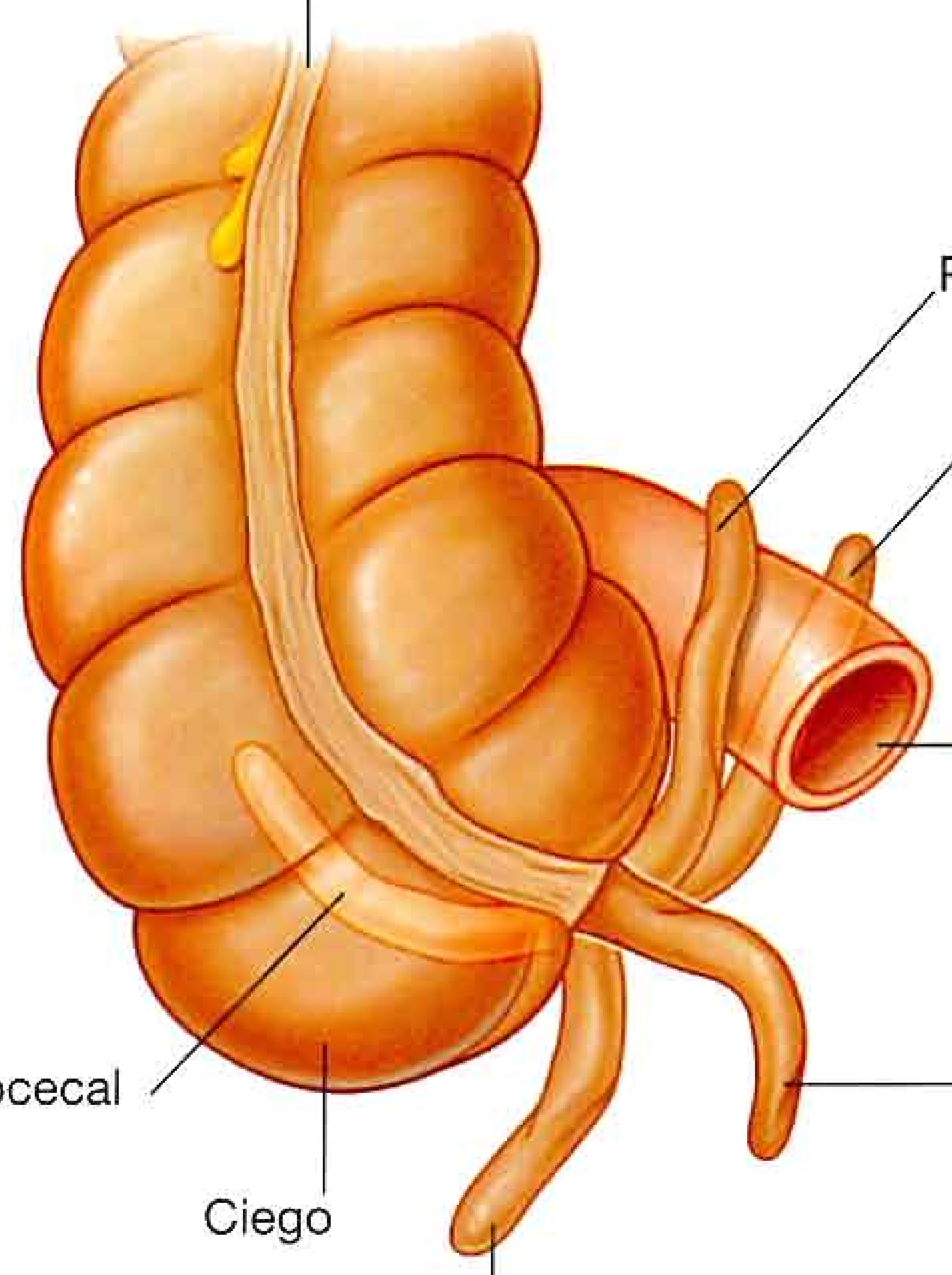


Fig. 4.75 Posiciones del apéndice.

Colon

El colon se extiende hacia arriba desde el ciego y consta de colon ascendente, transverso, descendente y sigmoide (fig. 4.77). Sus segmentos ascendente y descendente son retroperitoneales (de forma secundaria) y los segmentos transverso y sigmoide son intraperitoneales.

En la unión entre el colon ascendente y el transverso se encuentra el ángulo cólico derecho, justo por debajo del lóbulo hepático derecho (fig. 4.78). Un ángulo similar, pero más agudo (el ángulo cólico izquierdo), está en la unión del colon transverso y el descendente. Esta incurvación está justo por debajo del bazo, más alto y posterior al ángulo cólico derecho, está unido al diafragma por el ligamento frenicocólico.

A los lados del colon ascendente y descendente están los **canales paracólicos derecho e izquierdo** (fig. 4.77). Estas depresiones se forman entre los márgenes laterales del colon ascendente y descendente y la pared posterolateral del abdomen, y son canales por los que puede pasar contenido de una región peritoneal a otra. *Es posible una movilización del colon relativamente incruenta liberando el peritoneo a lo largo de los canales, ya que los vasos y linfáticos principales están situados en las caras interna o posterointerna.*

Conceptos prácticos

Apendicitis

La apendicitis aguda es una urgencia abdominal. Habitualmente se produce cuando el apéndice se obstruye por un fecalito o por hiperplasia de los nódulos linfáticos. Dentro del apéndice obstruido, las bacterias proliferan e invaden la pared del apéndice, que se lesiona por la presión necrosante. En ocasiones, esto se resuelve espontáneamente; otras veces, los cambios inflamatorios progresan hasta llegar a la perforación, que puede producir una peritonitis localizada o generalizada.

La mayoría de los pacientes con apendicitis aguda presentan dolor a la palpación en fosa ilíaca derecha. El dolor empieza en la región periumbilical en forma de cólico, suele ser intermitente. A las 6-10 horas, el dolor se localiza en la fosa ilíaca derecha y se hace constante. Los pacientes pueden tener fiebre, náuseas y vómitos. La etiología del dolor en la apendicitis se describe en el capítulo 2, pág. 95.

El tratamiento de la apendicitis es la apendicectomía.

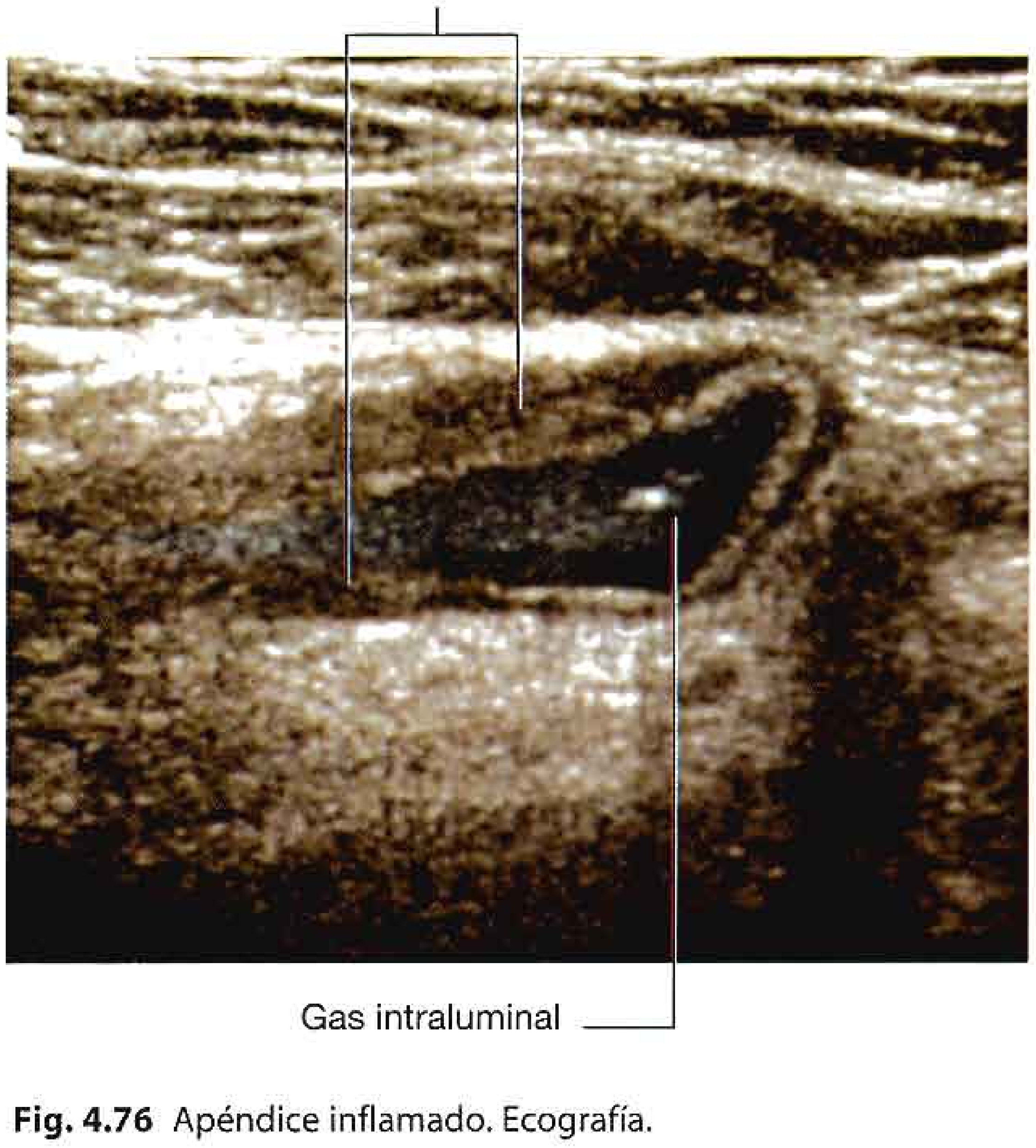
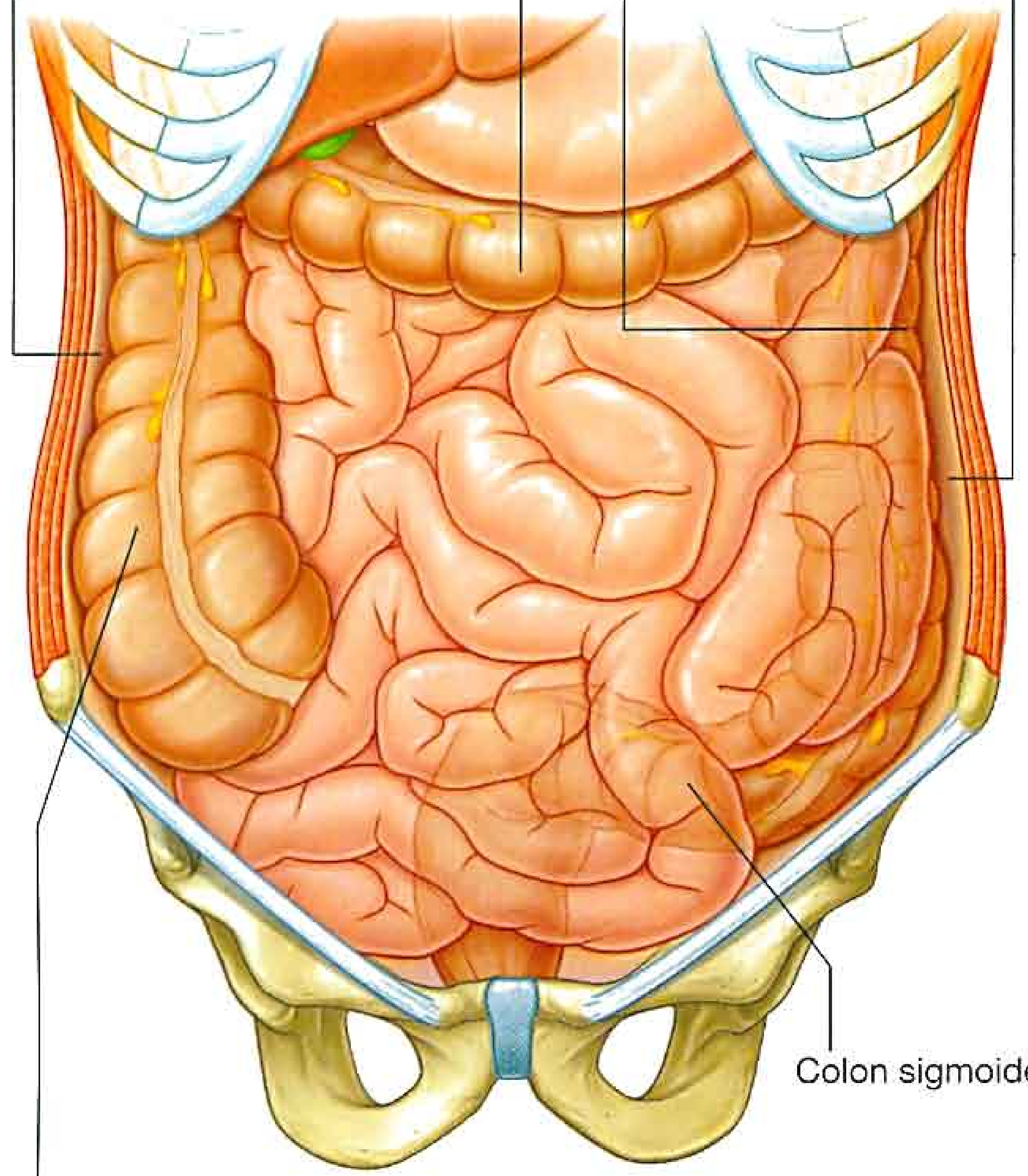


Fig. 4.76 Apéndice inflamado. Ecografía.



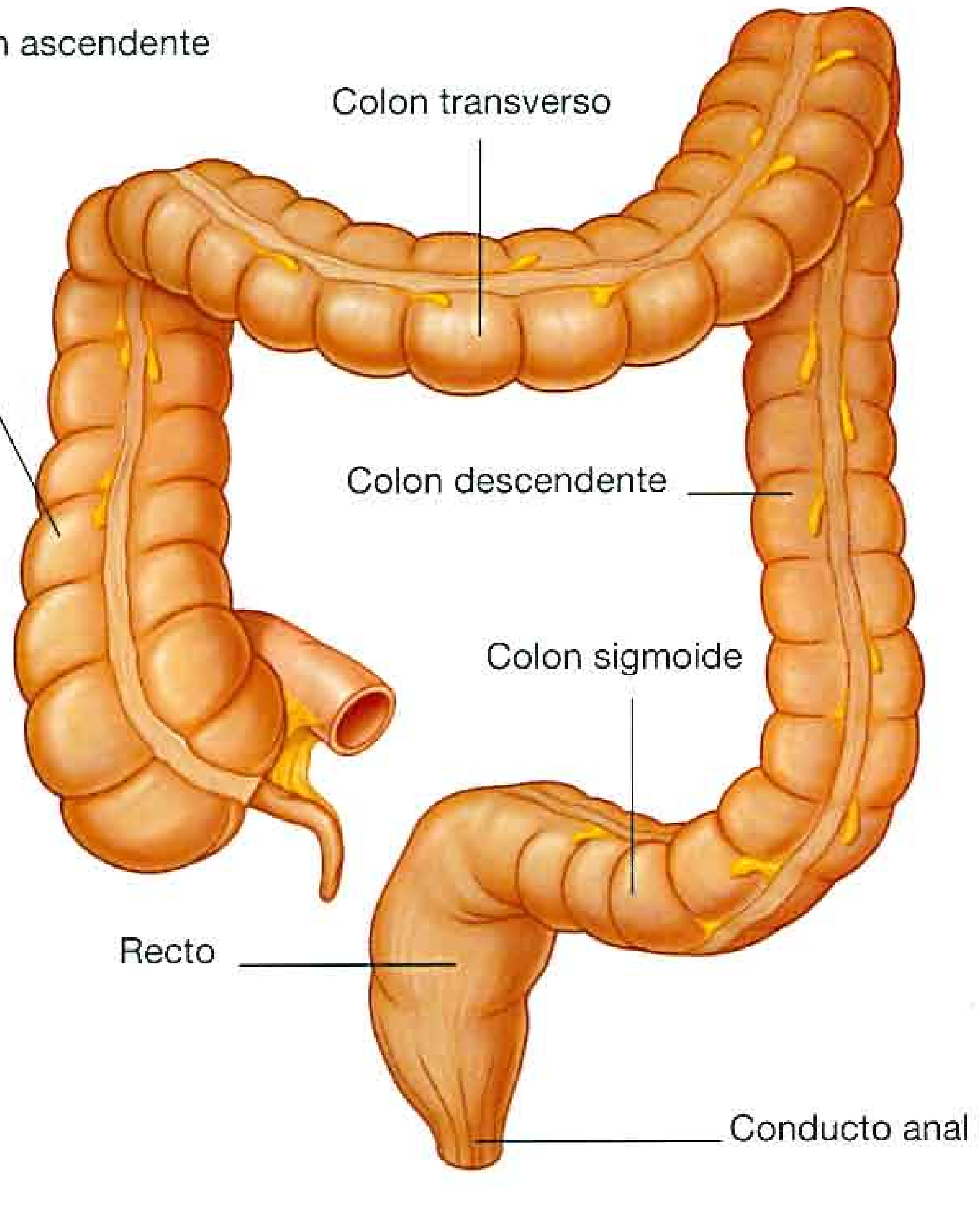


Fig. 4.77 Colon.

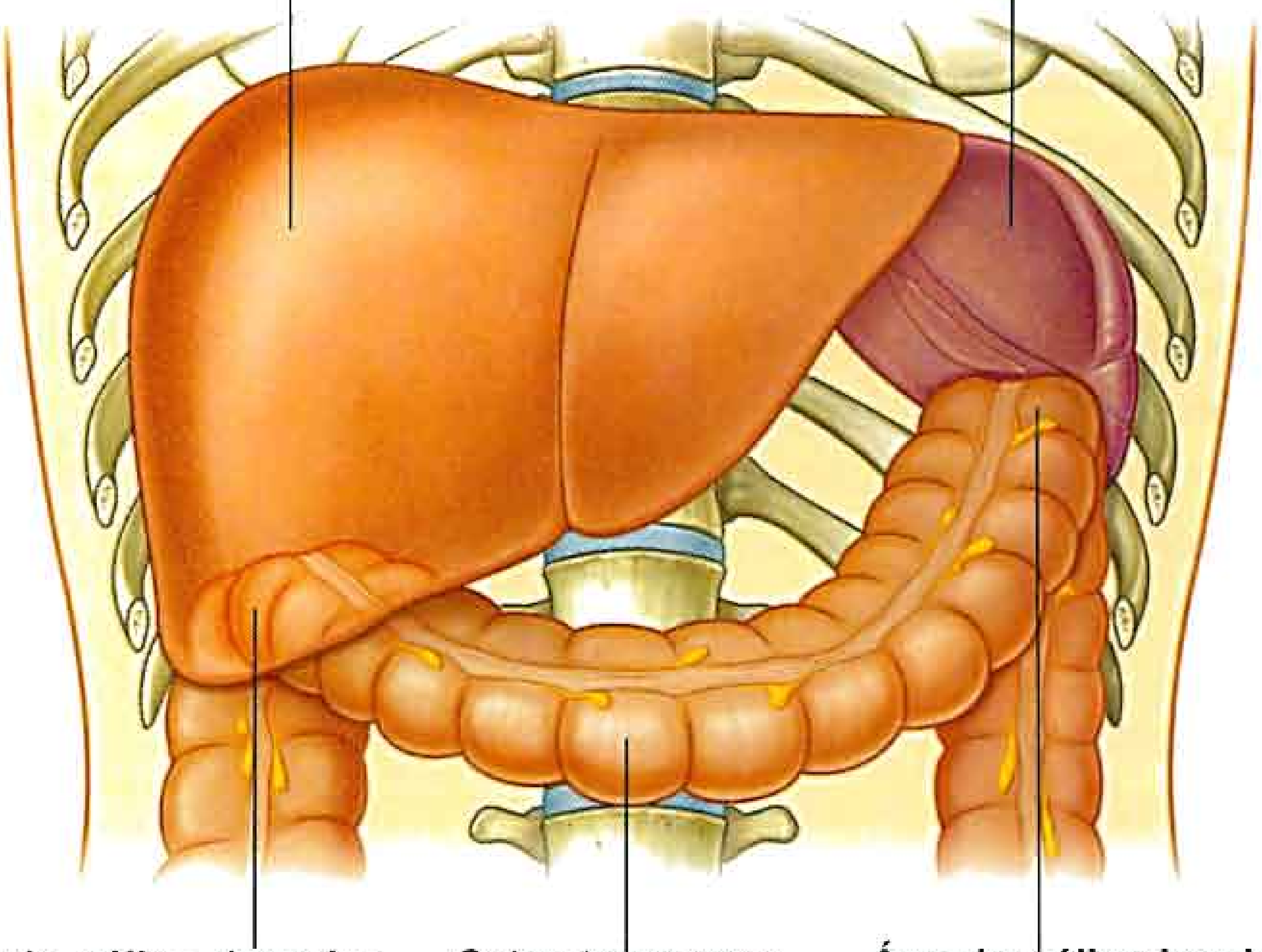


Fig. 4.78 Ángulos cólicos derecho e izquierdo.

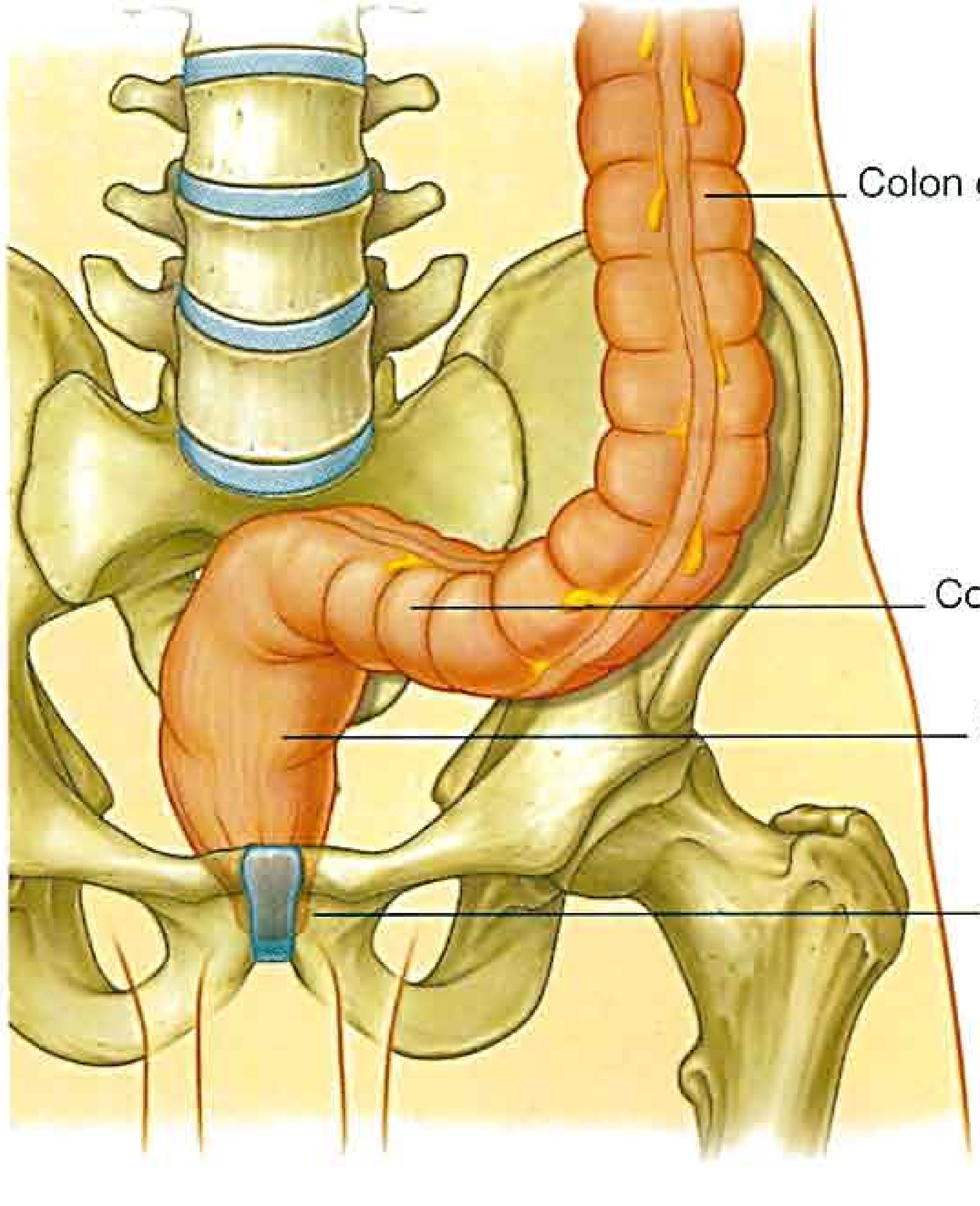


Fig. 4.79 Recto y conducto anal.

El último segmento del colon (colon sigmoide) empieza por encima del estrecho superior de la pelvis y llega hasta la vértebra S3, donde continúa con el recto (fig. 4.77). Esta estructura en forma de S es bastante móvil excepto en el comienzo, donde continúa desde el colon descendente, y al final, donde continúa con el recto. Entre estos dos puntos, está suspendido por el mesocolon sigmoide.

Recto y conducto anal

A continuación del colon sigmoide está el recto (fig. 4.79). Habitualmente se describe la unión rectosigmoidea en el nivel vertebral S3 o al final del mesocolon sigmoide, ya que el recto es una estructura retroperitoneal.

El conducto anal es la continuación del intestino grueso por debajo del recto.

Conceptos prácticos

Trastornos congénitos del aparato digestivo

La posición normal de las vísceras abdominales es el resultado de una serie de rotaciones del tubo digestivo y del crecimiento de la cavidad abdominal para adaptarse a los cambios de tamaño de los órganos en desarrollo. Durante este desarrollo puede haber varias alteraciones, apareciendo muchas en el recién nacido y lactante, y de las que algunas son urgencias quirúrgicas. Ocasionalmente, estos trastornos se diagnostican sólo en adultos.

Malrotación y vólvulo del intestino medio

La malrotación es la rotación y fijación incompleta del intestino medio después de pasar del saco umbilical de vuelta al celoma abdominal (figs. 4.80 y 4.81). La inserción proximal del mesenterio del intestino delgado empieza en el **músculo suspensorio del duodeno (ligamento de Treitz),** que determina la posición de la unión duodenoyeyunal. El mesenterio del intestino delgado termina a la altura de la unión ileocecal en el cuadrante inferior derecho. Esta larga línea de fijación del mesenterio impide giros accidentales del intestino.

Si la curvatura duodenoyeyunal o el ciego no quedan situados en su lugar habitual, el origen del mesenterio del intestino delgado se acorta y permite giros del intestino delgado alrededor del eje de la arteria mesentérica superior. A los giros del intestino, en general, se les llama vólvulos. El vólvulo de intestino delgado puede producir disminución de la circulación e infarto.

En algunos pacientes, el ciego queda en la mitad del abdomen. Desde el ciego y el lado derecho del colon se forman pliegues peritoneales **(bandas de Ladd)** que llegan a la cara inferior derecha del hígado y comprimen el duodeno. En este caso puede producirse un vólvulo de intestino delgado así como una obstrucción duodenal. Puede estar indicada la intervención quirúrgica urgente para dividir las bandas.

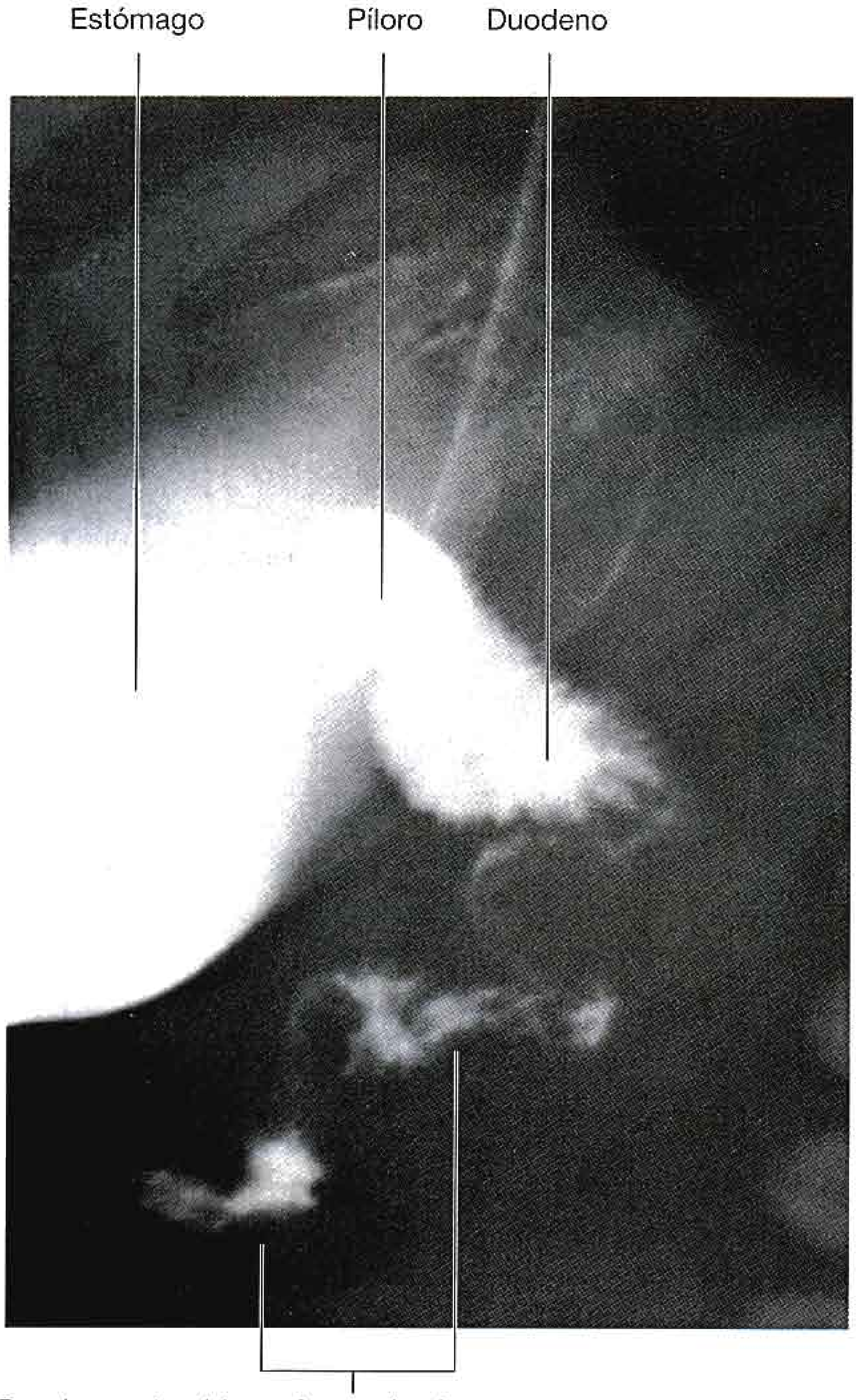


Fig. 4.80 Malrotación de intestino delgado y vólvulo. Radiografía con bario de estómago, duodeno y yeyuno superior.

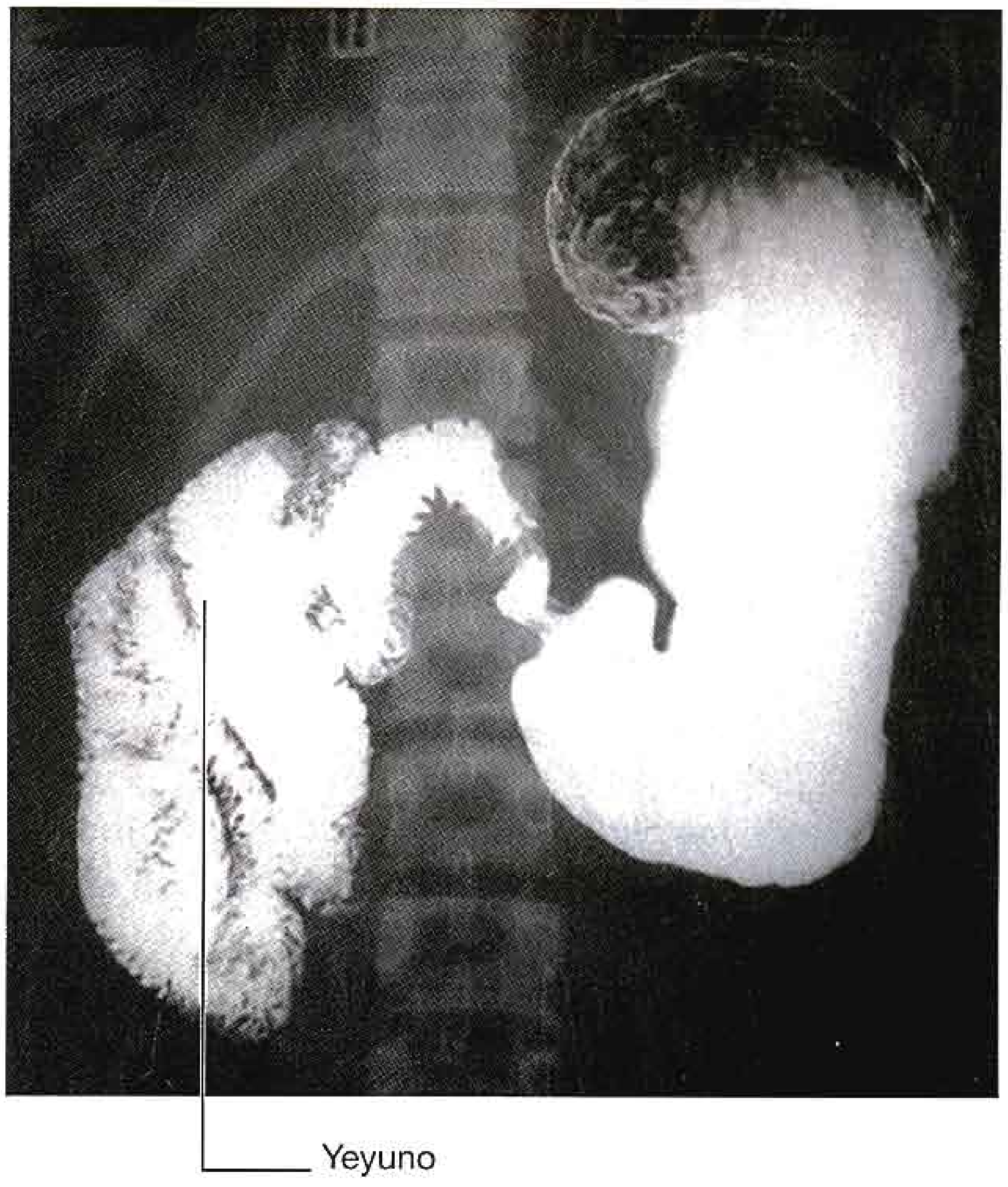


Fig. 4.81 Malrotación de intestino delgado. Radiografía con bario de estómago, duodeno y yeyuno.

Hígado

El hígado (fig. 4.82) es la víscera más grande del organismo y se sitúa en su mayor parte en el hipocondrio derecho y epigastrio, llegando al hipocondrio izquierdo (o desde el cuadrante superior derecho al superior izquierdo).

Tiene dos caras:

- La **cara diafragmática** en la parte anterior, superior y posterior.
- La **cara visceral** en la parte inferior (fig. 4.83).

Cara diafragmática

La cara diafragmática del hígado, lisa y en forma de cúpula, se sitúa contra la cara inferior del diafragma (fig. 4.84). Se relacionan con ella los recesos subfrénico y hepatorrenal (fig. 4.83):

- El **receso subfrénico** separa la cara diafragmática del hígado del diafragma, y está dividido en dos zonas (derecha e izquierda) por el **ligamento falciforme** (estructura derivada del mesenterio ventral del embrión).
- El **receso hepatorrenal** es una parte de la cavidad peritoneal situada a la derecha, entre el hígado y el riñón derecho y glándula suprarrenal derecha.

El receso subfrénico se continúa con el hepatorrenal en la parte anterior.

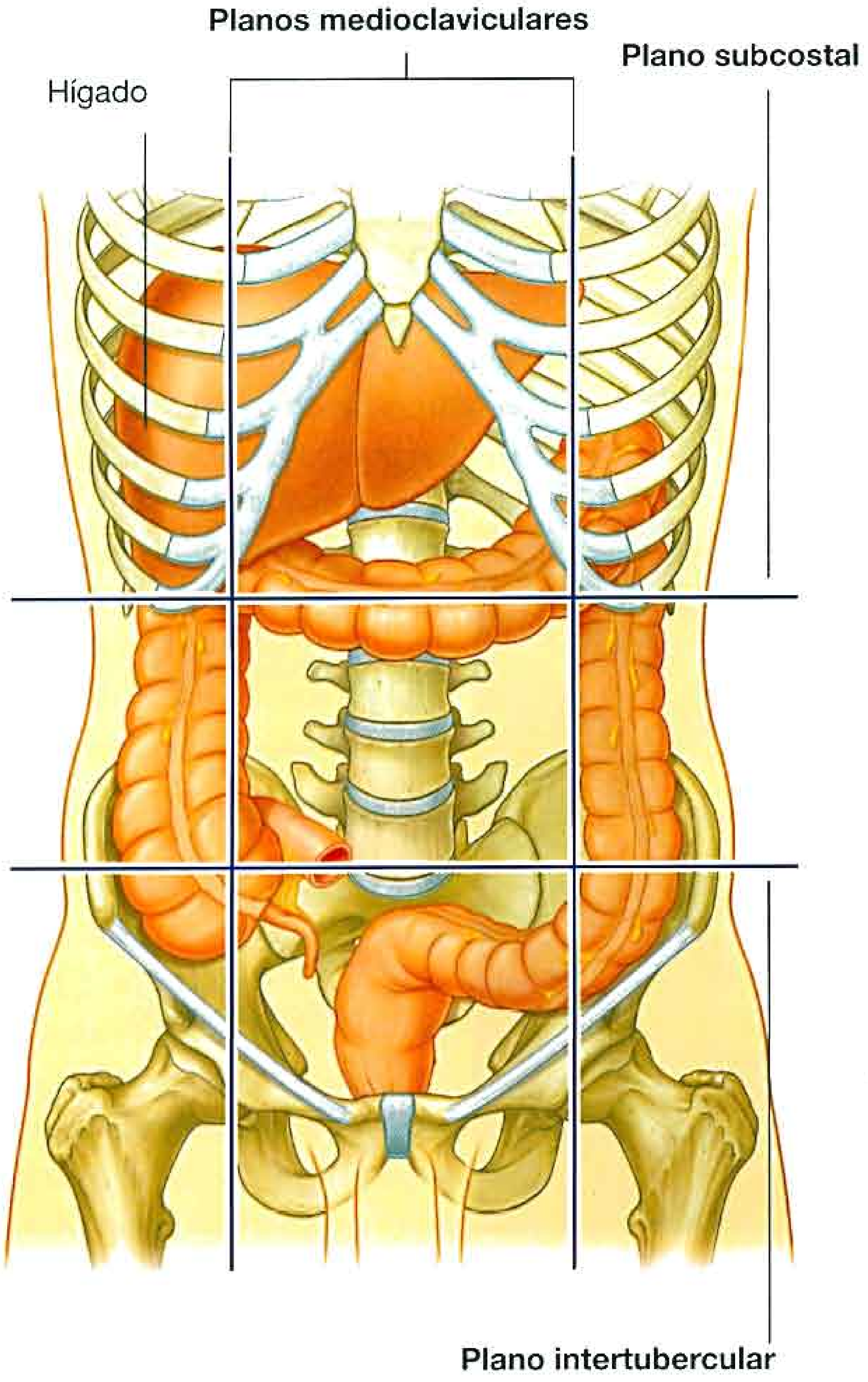


Fig. 4.82 Situación del hígado en el abdomen.

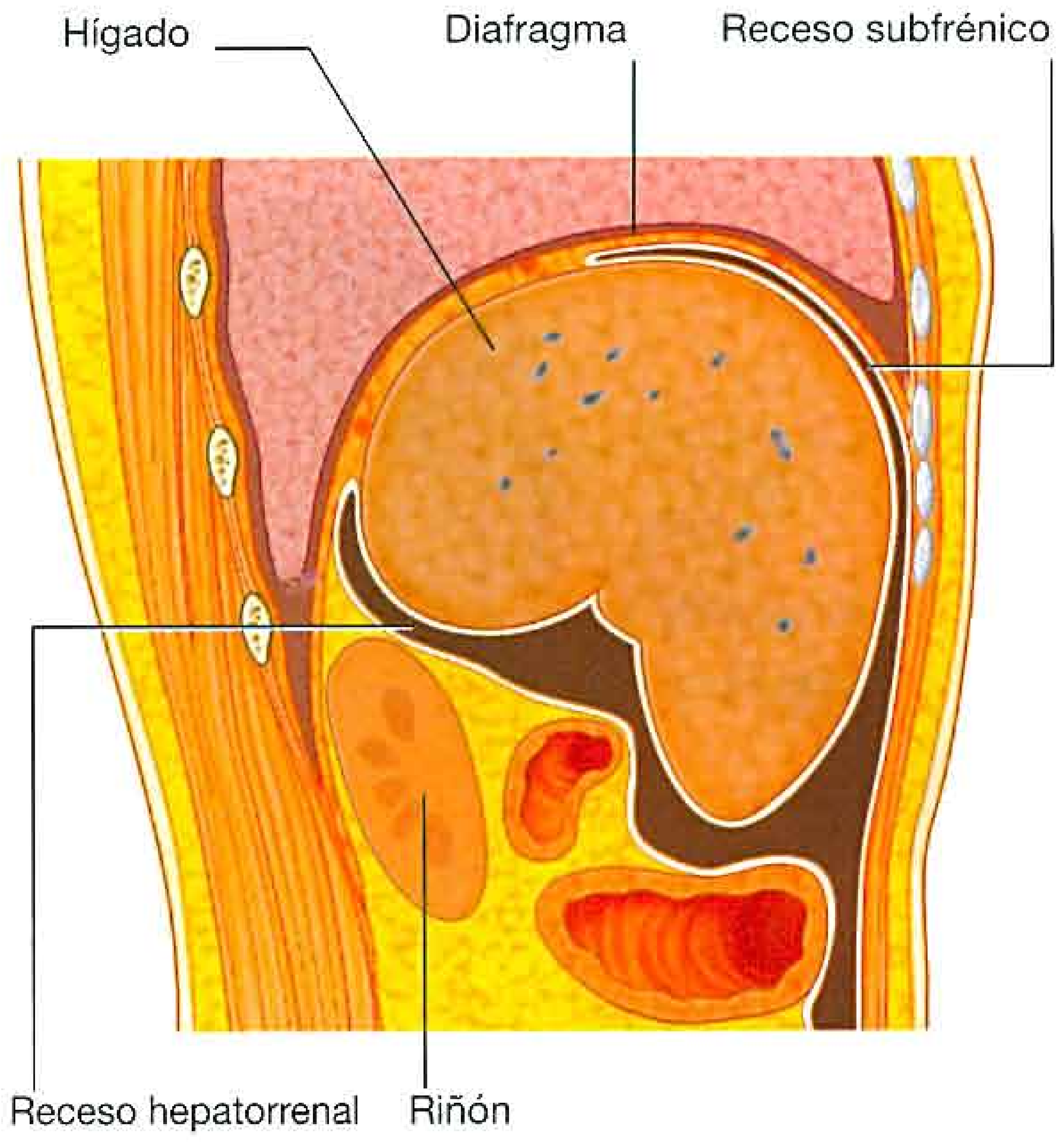


Fig. 4.83 Superficies hepáticas y recesos relacionados con el hígado.

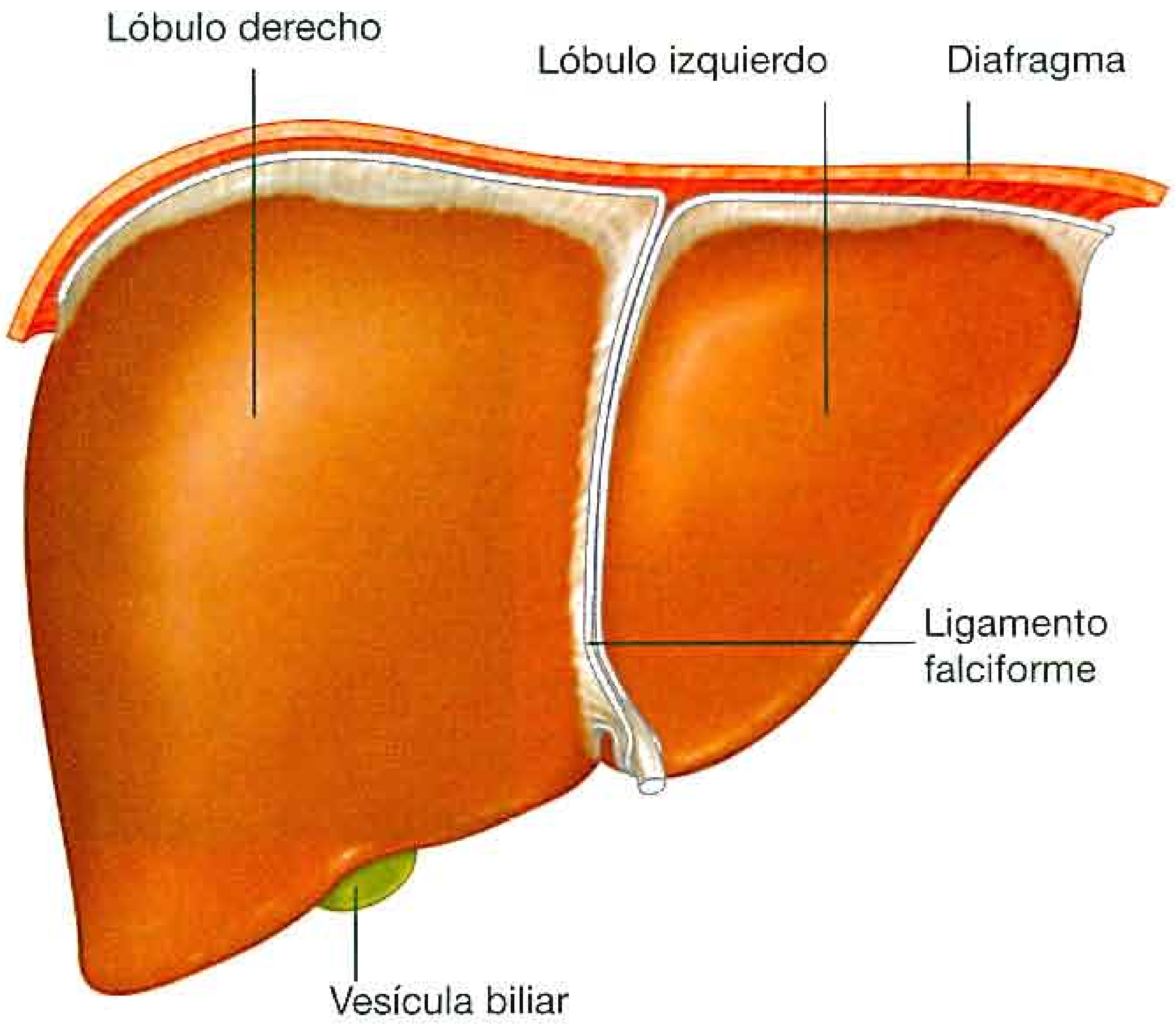


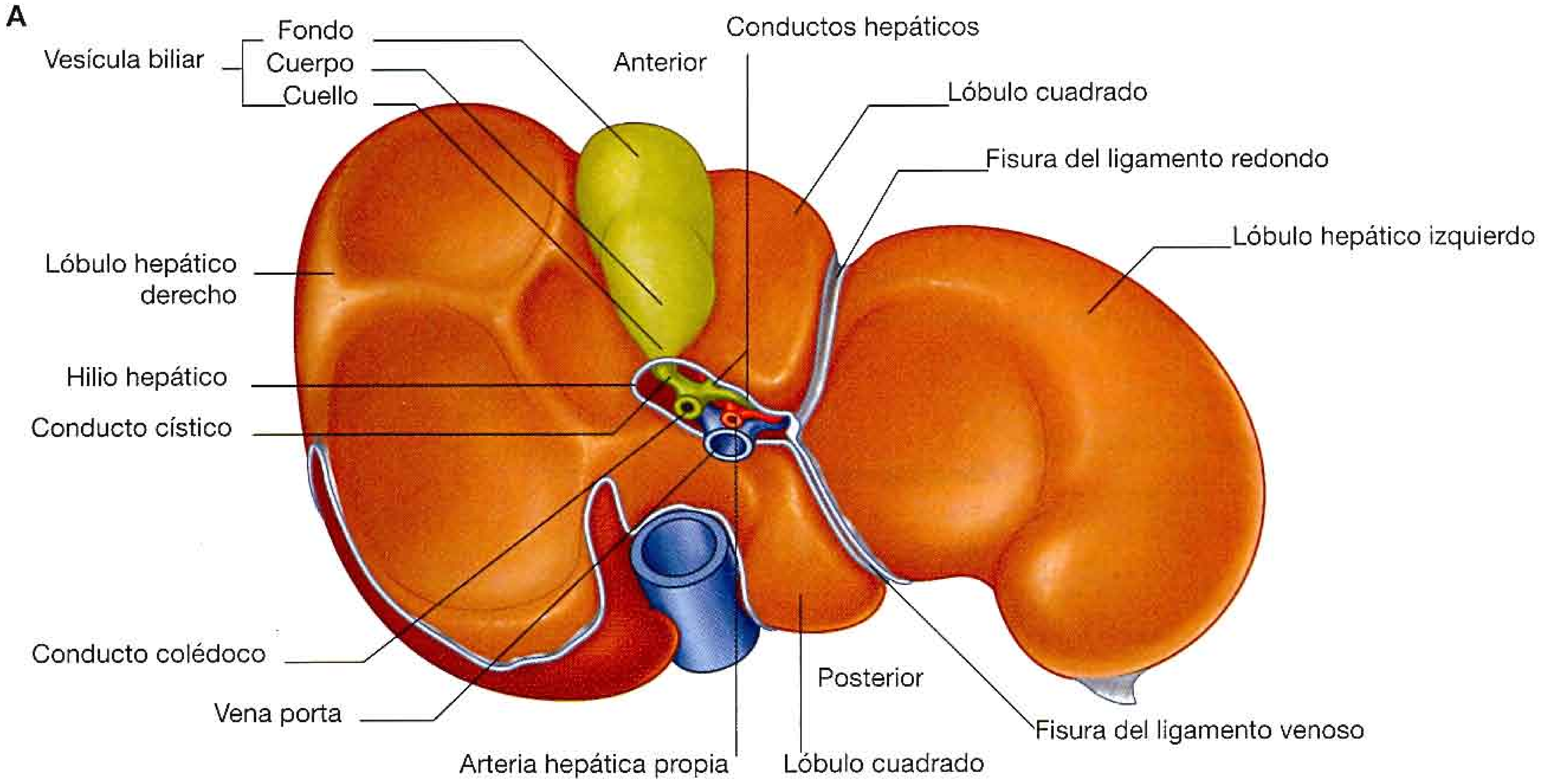
Fig. 4.84 Superficie diafragmática del hígado.

Cara visceral

La cara visceral del hígado está recubierta por peritoneo visceral excepto en la **fosa de la vesícula biliar** y en el **hilio hepático** (entrada al hígado; fig. 4.85) y se relaciona con:

- La porción anterior del estómago.
- La porción superior del duodeno.
- El omento menor.
- La vesícula biliar.
- El ángulo cólico derecho.
- El colon transverso derecho.
- El riñón derecho.
- La glándula suprarrenal derecha.

El **hilio hepático** es el punto de entrada al hígado de las arterias hepáticas y la vena porta, y el punto de salida de los conductos hepáticos (fig. 4.85).



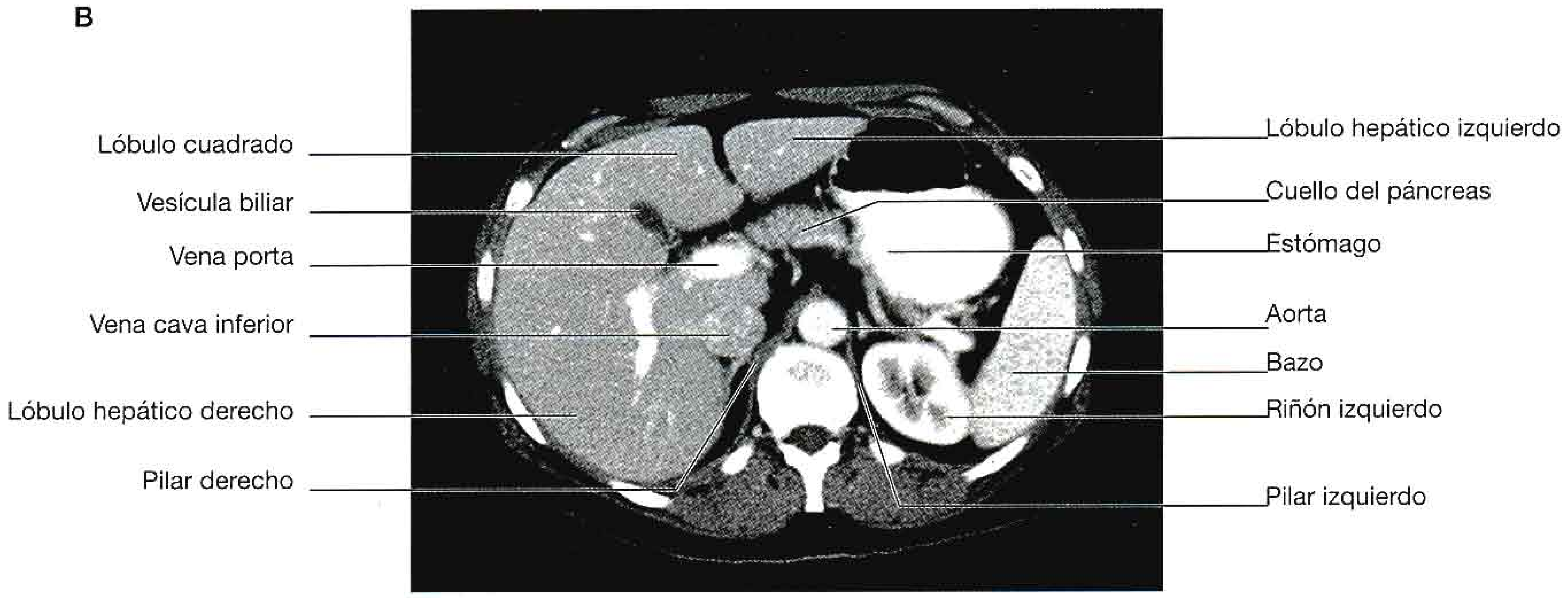


Fig. 4.85 Superficie visceral del hígado. **A.** Ilustración. **B.** Tomografía computarizada con contraste en plano axial.

Ligamentos relacionados

El hígado está unido a la pared anterior del abdomen por el **ligamento falciforme**, y excepto una pequeña zona del hígado pegada al diafragma **(área desnuda)**, está casi totalmente rodeado de peritoneo visceral (fig. 4.86). Otros pliegues del peritoneo unen el hígado al estómago **(ligamento hepatogástrico)**, al duodeno **(ligamento hepatoduodenal)**, y al diafragma **(ligamentos triangulares derecho** e **izquierdo** y **ligamentos coronarios anterior y posterior)**.

El área desnuda del hígado es una porción de la cara diafragmática del hígado donde no hay peritoneo entre el hígado y el diafragma (fig. 4.86):

- El límite anterior del área desnuda está marcado por una reflexión del peritoneo, el ligamento coronario anterior.
- El límite posterior del área desnuda está marcado por una reflexión de peritoneo, el ligamento coronario posterior.
- En la unión lateral de los ligamentos coronarios se forman los ligamentos triangulares derecho e izquierdo.

Lóbulos

El hígado está dividido por la vesícula biliar y la vena cava inferior en los lóbulos derecho e izquierdo (fig. 4.85). El **lóbulo hepático derecho** es un lóbulo único grande, mientras que el **lóbulo hepático izquierdo** es pequeño e incluye los lóbulos cuadrado y caudado:

- El **lóbulo cuadrado** es visible en la parte superior de la cara visceral del hígado y está limitado por el lado izquierdo en la fisura del ligamento redondo y en el derecho por la fosa de la vesícula biliar.
- El **lóbulo caudado** es visible en la parte inferior de la cara visceral del hígado y está limitado por la fisura del ligamento venoso por la izquierda y por el surco de la vena cava inferior por la derecha.

Vesícula biliar

La **vesícula biliar** es un saco con forma de pera situado en la cara visceral del lóbulo hepático derecho en una fosa entre el lóbulo derecho y el cuadrado (fig. 4.85). Está formada por:

- El extremo redondeado **(fondo de la vesícula biliar)**, que puede sobresalir por el borde hepático inferior.
- La parte principal en la fosa **(cuerpo de la vesícula biliar)**, que puede apoyarse en el colon transverso y la porción superior del duodeno.
- La parte estrecha **(cuello de la vesícula biliar)** con pliegues mucosos que forman el pliegue espiral.

La vesícula biliar recibe la bilis del hígado, la concentra y almacena.

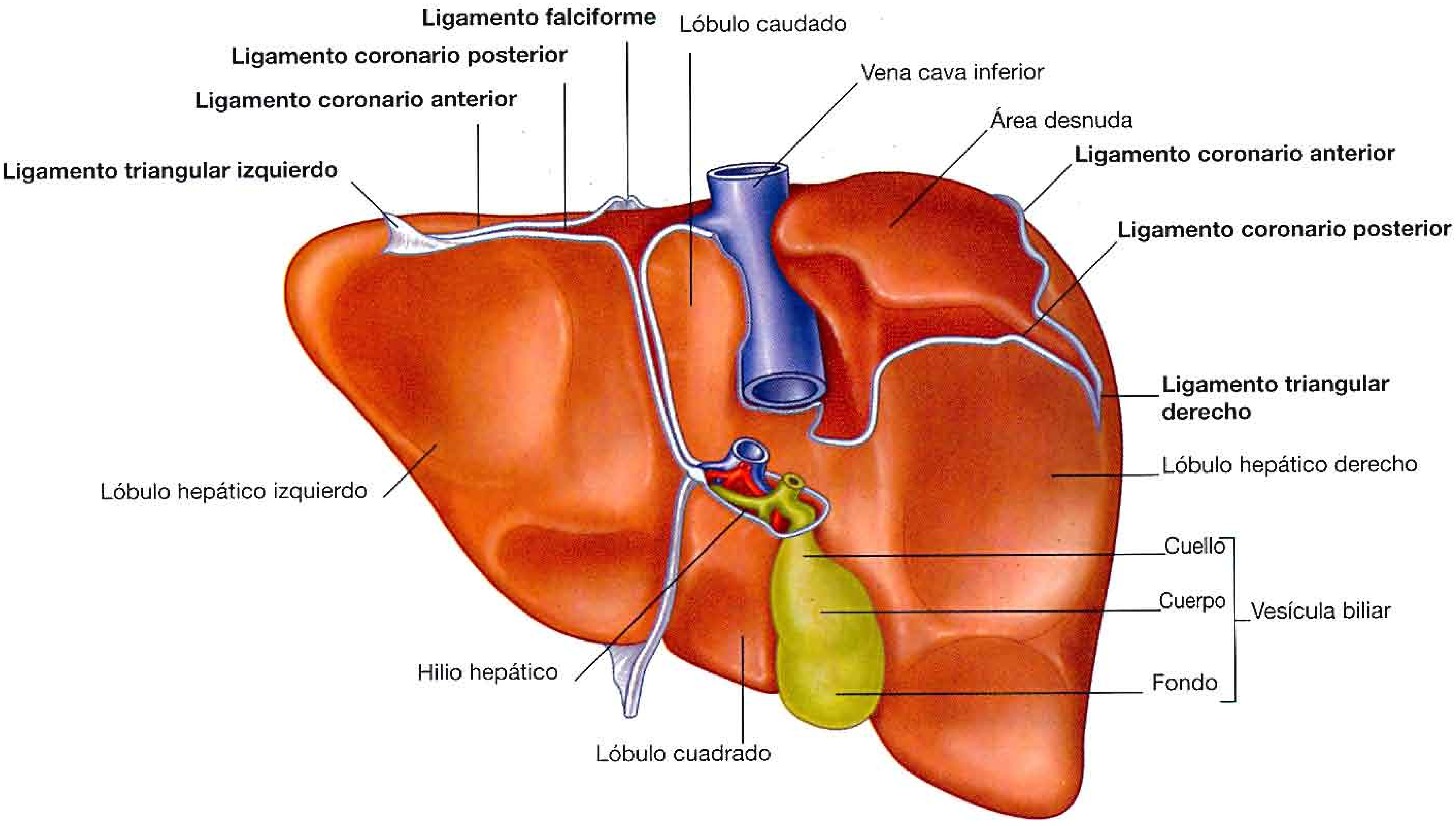


Fig. 4.86 Vista posterior del área desnuda del hígado y ligamentos relacionados.

Páncreas

El páncreas está situado en su mayor parte posterior al estómago (figs. 4.87 y 4.88). Ocupa la pared posterior del abdomen desde el duodeno por la derecha, al bazo en la izquierda.

El páncreas es retroperitoneal (de forma secundaria) excepto una pequeña porción de la cola, y está formado por la cabeza, el proceso unciforme, el cuello, el cuerpo y la cola:

- La **cabeza del páncreas** está dentro de la concavidad en forma de C del duodeno.
- De la parte inferior de la cabeza sale el **proceso unciforme,** posterior a los vasos mesentéricos superiores.
- El **cuello del páncreas** es anterior a los vasos mesentéricos superiores, y posterior al cuello del páncreas, las venas mesentérica superior y esplénica se unen para formar la vena porta.
- La **cola del páncreas** termina cuando pasa entre las capas del ligamento esplenorrenal.

El **conducto pancreático** empieza en la cola del páncreas (fig. 4.89). Se dirige hacia la derecha a través del cuerpo, y después de entrar en la cabeza del páncreas, cambia de dirección inferiormente. En la porción inferior de la cabeza del páncreas, el conducto pancreático se une al conducto colédoco. La unión de estas dos estructuras forma la **ampolla hepatopancreática** (ampolla de Vater), que se introduce en la porción descendente del duodeno en la **papila mayor del duodeno.** Alrededor de la papila está el **esfínter de la papila** (esfínter de Oddi), que es un acúmulo de músculo liso.

El **conducto pancreático accesorio** drena en el duodeno inmediatamente por encima de la papila mayor en la **papila menor del duodeno** (fig. 4.89). Si se sigue el conducto pancreático accesorio desde la papila menor a la cabeza del páncreas, se observa que se ramifica:

- Una rama va hacia la izquierda, por la cabeza del páncreas y se une al conducto pancreático en el punto donde éste cambia de dirección inferiormente.
- La otra desciende por la parte inferior de la cabeza del páncreas, por delante del conducto pancreático, y acaba en el proceso unciforme.

Los conductos pancreáticos principal y accesorio habitualmente están comunicados. La presencia de estos dos conductos refleja el origen embriológico del páncreas a partir de los procesos dorsal y ventral.

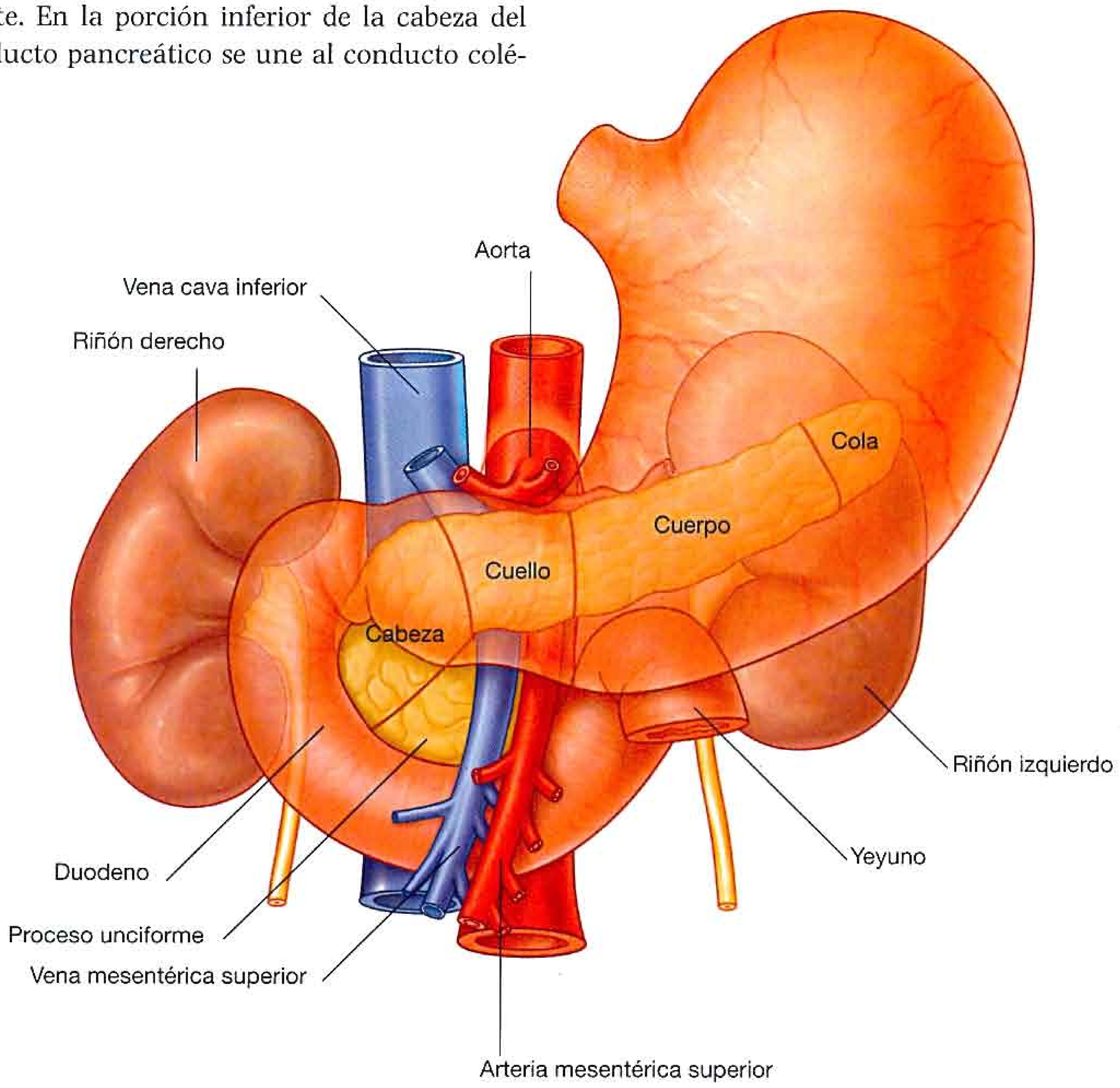


Fig. 4.87 Páncreas.

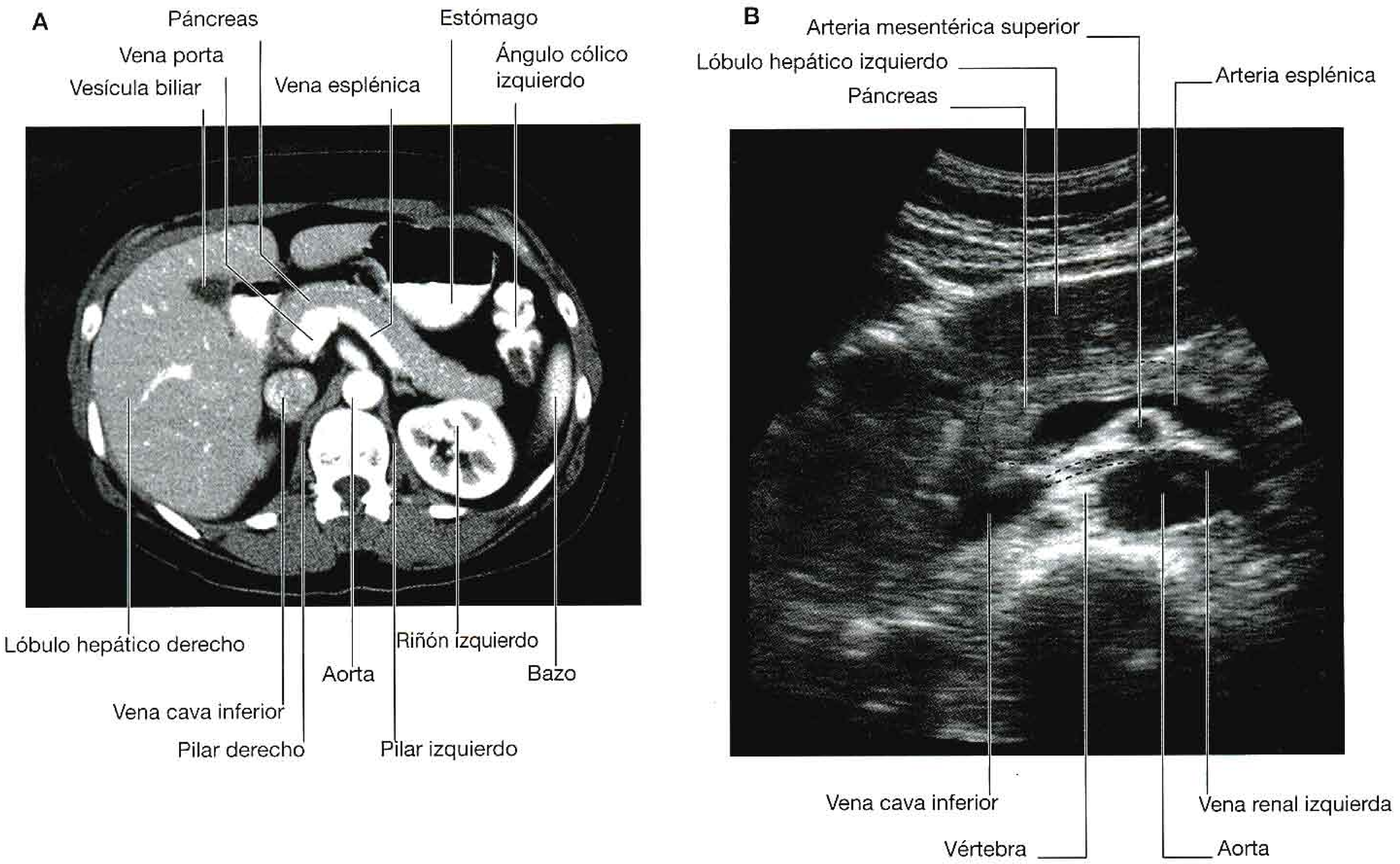


Fig. 4.88 Imágenes del abdomen. **A.** Tomografía computarizada con contraste, plano axial. **B.** Ecografía abdominal.

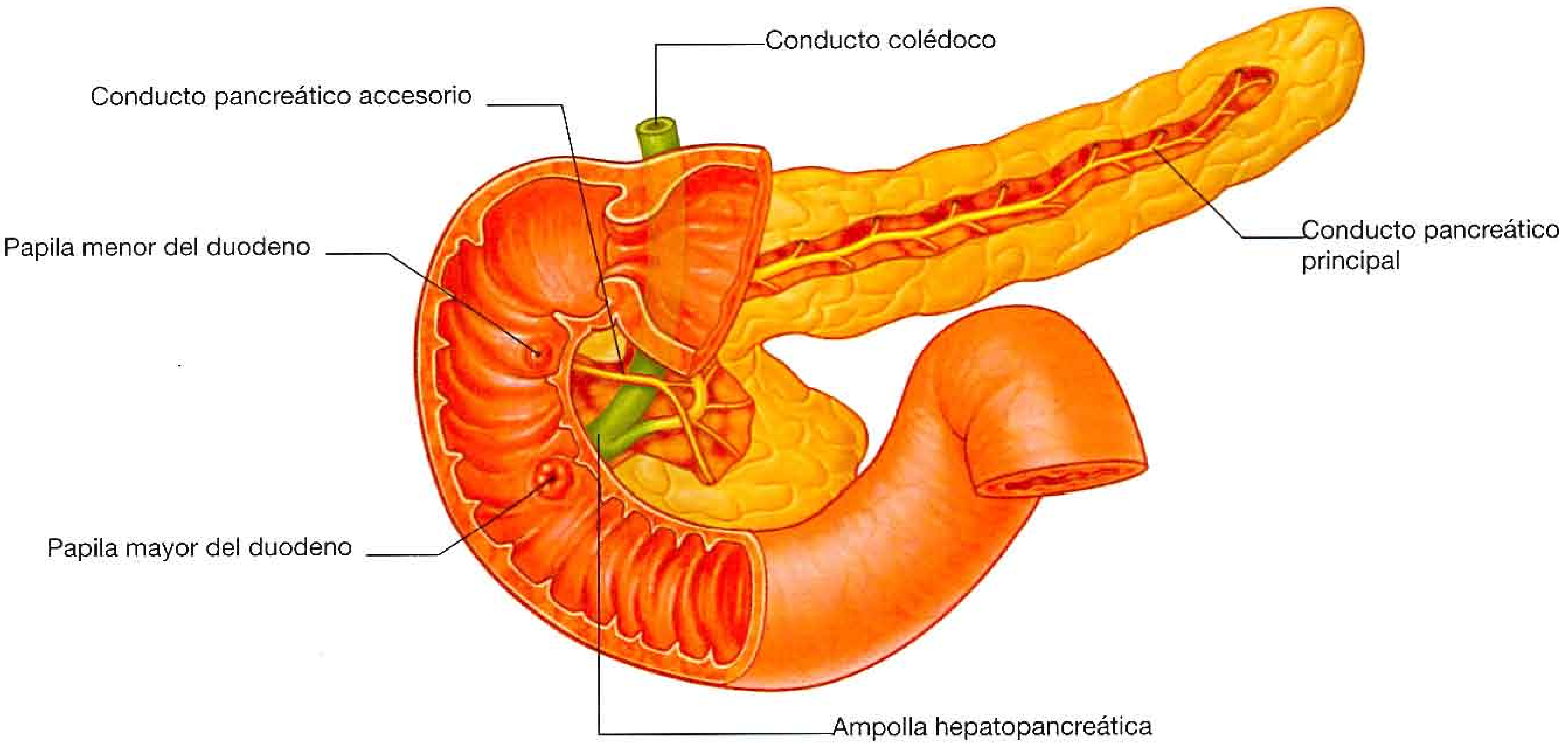


Fig. 4.89 Sistema de conductos pancreáticos.

Conceptos prácticos

Páncreas anular

El páncreas se desarrolla a partir de divertículos dorsales y ventrales del intestino distal. La yema dorsal forma la mayor parte de la cabeza, el cuello y el cuerpo del páncreas. La yema ventral rota alrededor del conducto colédoco y forma parte de la cabeza y el proceso unciforme. Si la yema ventral se divide (se hace bífida), los dos segmentos pueden rodear al duodeno. El duodeno queda por tanto estrangulado y puede incluso producirse atresia, es decir, ausencia por problemas durante el desarrollo. Después del nacimiento, el niño no crece y vomita debido al vaciamiento gástrico deficiente.

En ocasiones el páncreas anular se diagnostica intraútero en una ecografía. La obstrucción del duodeno puede impedir que el feto trague líquido amniótico suficiente y se produce un aumento de volumen del líquido en el saco amniótico **(polihidramnios).**

Vía biliar

El sistema de conductos para el paso de la bilis sale del hígado, conecta con la vesícula biliar y desemboca en la porción descendente del duodeno (fig. 4.90). La unión de conductos empieza en el parénquima hepático y continúa hasta la formación de los **conductos hepáticos izquierdo** y **derecho.** Éstos drenan el lóbulo hepático correspondiente.

Los dos conductos hepáticos se unen en el **conducto hepático común,** que va junto a la arteria hepática y vena porta cerca del hígado en el borde libre del omento menor.

En su descenso, el conducto hepático común se une al **conducto cístico,** que procede de la vesícula biliar. Esto completa la formación del **conducto colédoco.** En este punto, el conducto colédoco está a la derecha de la arteria hepática y habitualmente a la derecha y por delante de la vena porta en el margen libre del omento menor. El **orificio omental** está posterior a estas estructuras.

El conducto colédoco sigue descendiendo y pasa posterior a la porción superior del duodeno antes de unirse al conducto pancreático para penetrar en la porción descendente del duodeno en la papila duodenal mayor (fig. 4.90).

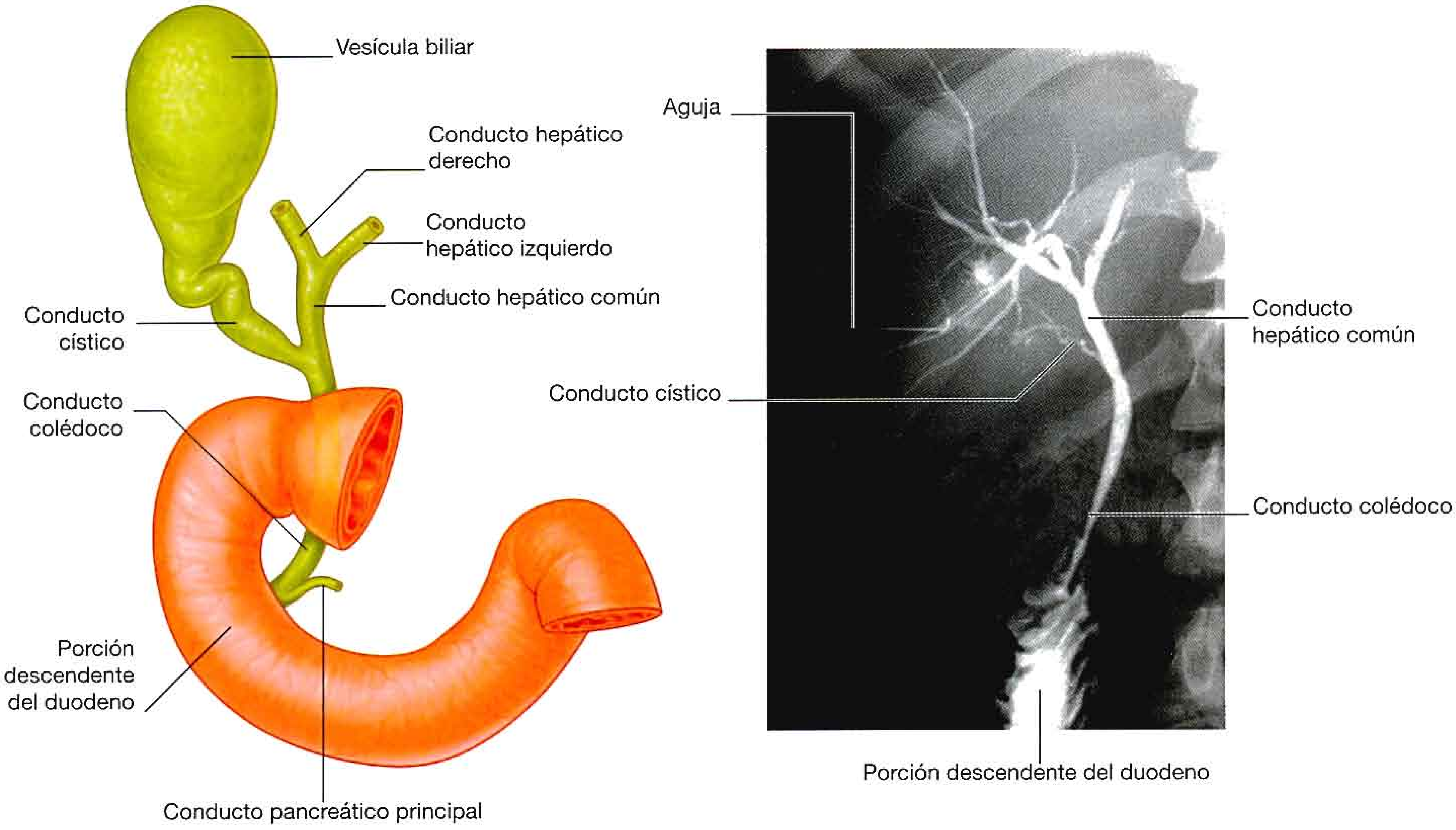


Fig. 4.90 Drenaje biliar. **A.** Sistema de conductos para el paso de la bilis. **B.** Colangiografía transhepática donde se muestra el sistema de conductos biliares.

Bazo

El bazo se desarrolla como una parte del sistema vascular en la porción del mesenterio dorsal que suspende el estómago en desarrollo a la pared del cuerpo. En el adulto, el bazo se sitúa junto al diafragma, en la zona entre las costillas 9 y 10 (fig. 4.91). Se encuentra en el cuadrante superior izquierdo, o hipocondrio izquierdo, en el abdomen.

El bazo se relaciona:

- Con la curvatura mayor gástrica por el ligamento gastroesplénico, por el que discurren los vasos gástricos cortos y gastroomentales.
- Con el riñón izquierdo por el ligamento esplenorrenal (fig. 4.92), por el que discurren los vasos esplénicos.

Estos ligamentos son parte del omento mayor.

El bazo está rodeado por peritoneo visceral excepto en la zona del hilio en la superficie interna del bazo (fig. 4.93). El **hilio esplénico** es el punto de entrada de los vasos esplénicos, y en ocasiones la cola del páncreas llega hasta esta zona.

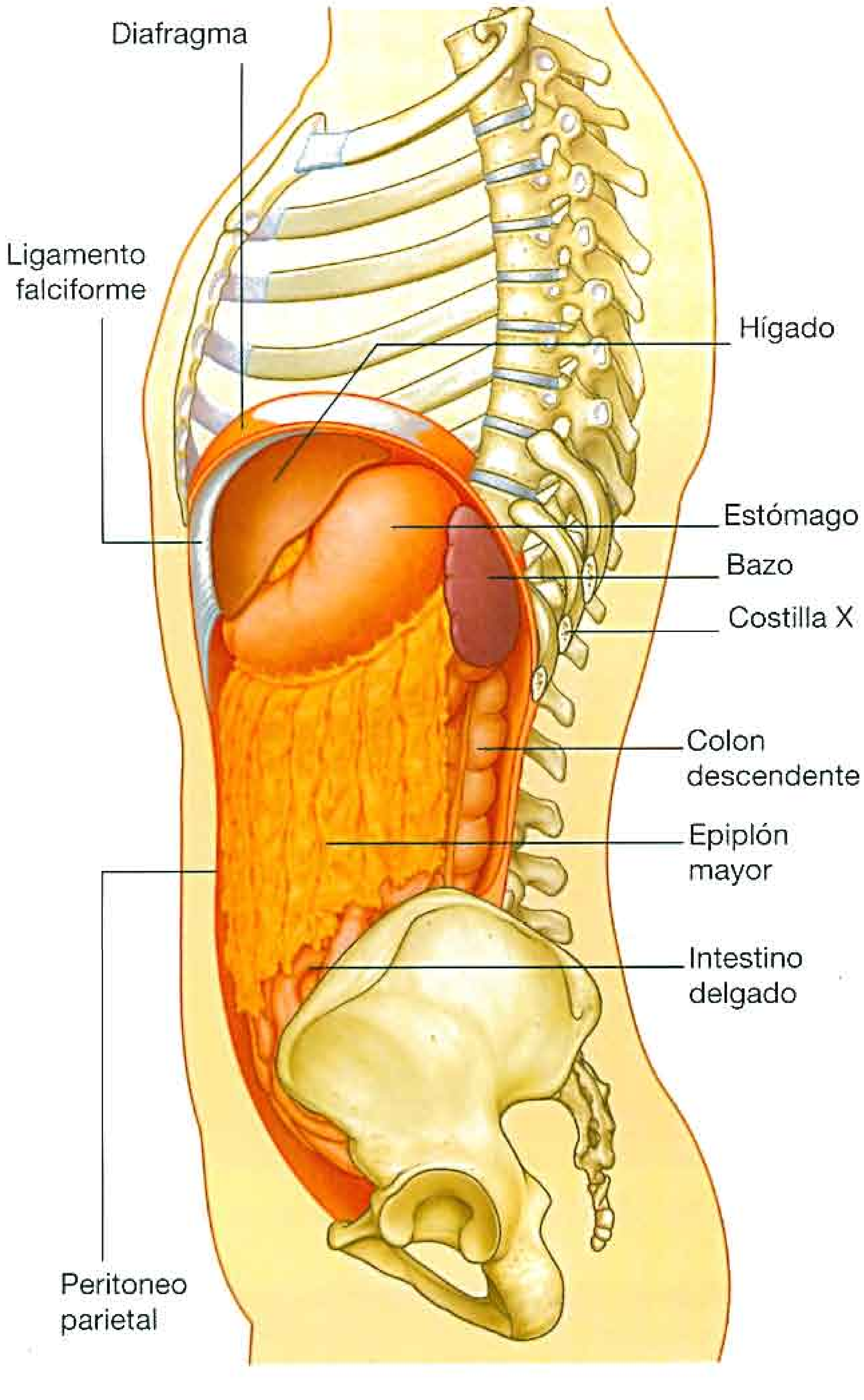


Fig. 4.91 Bazo.

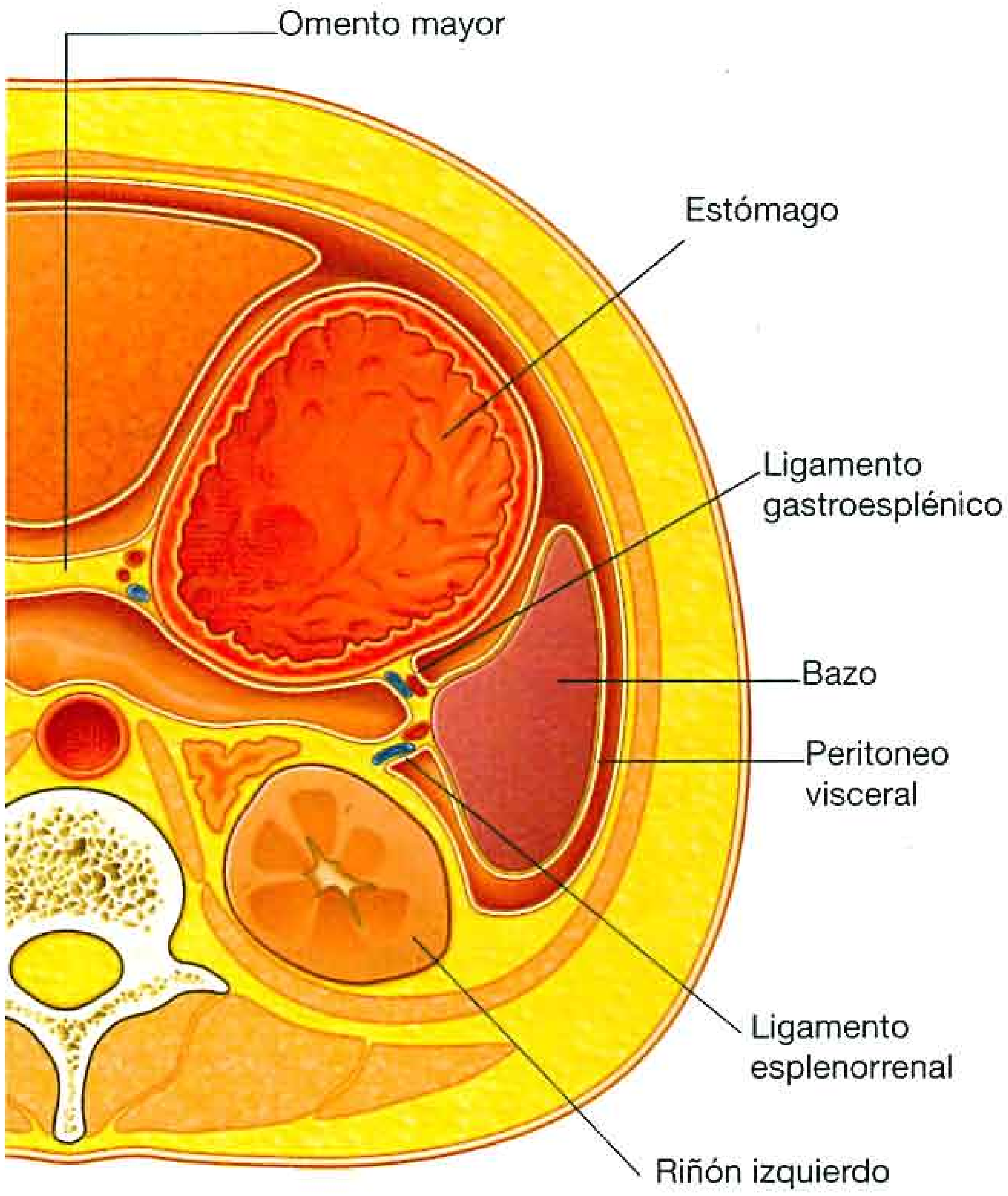


Fig. 4.92 Ligamentos esplénicos y circulación relacionada.

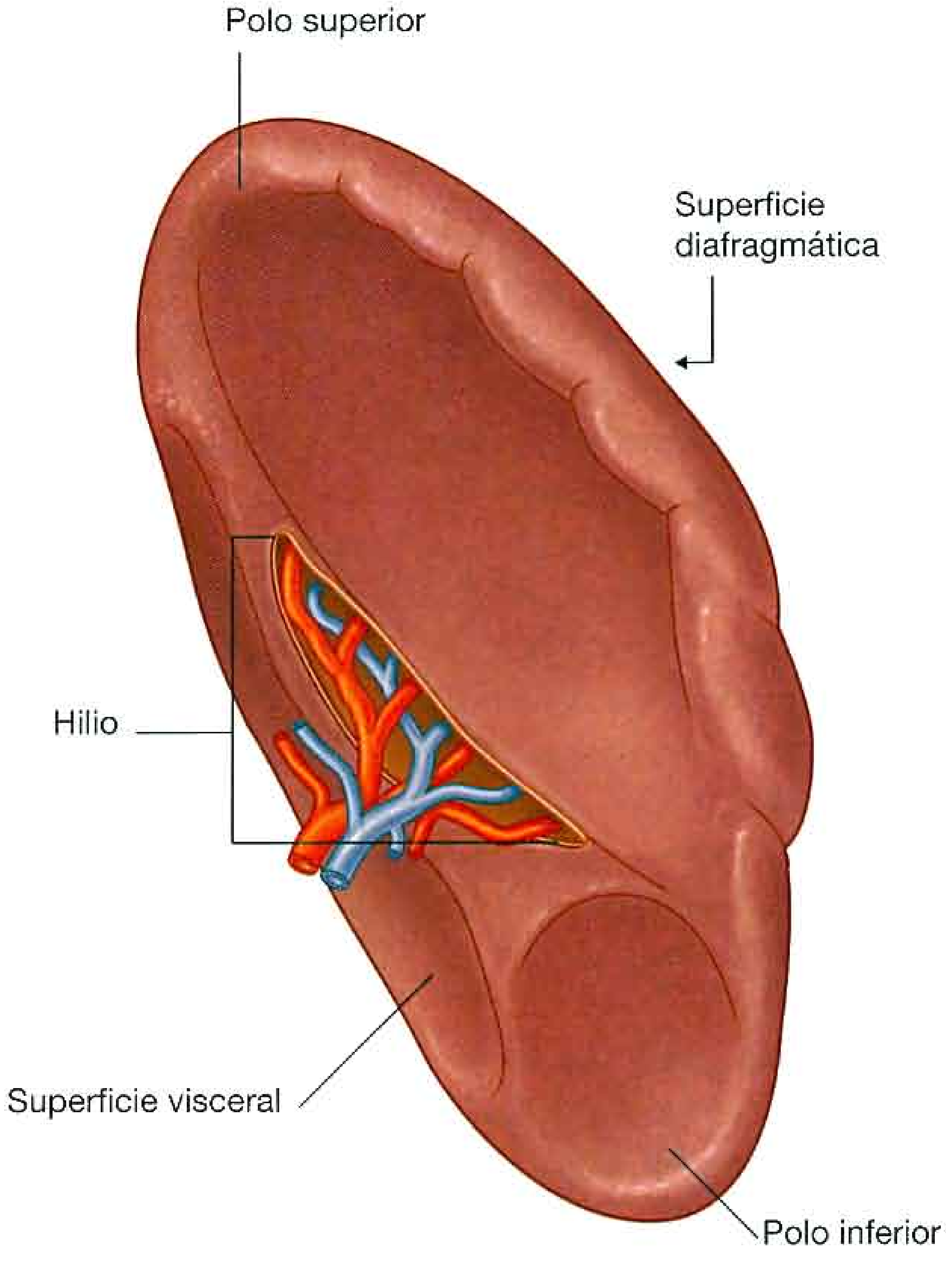


Fig. 4.93 Superficies e hilio esplénicos.

Conceptos prácticos

Segmentos hepáticos clinicoanatómicos

No es posible valorar la compleja estructura interna del hígado ni la localización de las divisiones y subdivisiones con la simple observación de la superficie hepática. La «anatomía quirúrgica» del hígado es fundamental porque permite al cirujano realizar resecciones difíciles con sólo pequeñas hemorragias.

El **plano principal** divide al hígado en dos mitades prácticamente del mismo tamaño. Este plano es una línea imaginaria parasagital que pasa por la vesícula biliar y la escotadura posterior producida por la vena cava inferior, y divide el hígado en verdaderas mitades anatómicas derecha e izquierda (es importante distinguir las mitades del hígado de los lóbulos hepáticos).

El hígado se subdivide después en ocho segmentos siguiendo la distribución de la arteria hepática, vena porta y vía biliar. La identidad numérica de los segmentos es arbitraria, pero uniforme en todo el mundo. El lóbulo caudado (segmento posterior) es el segmento I; el resto de los segmentos se numeran siguiendo la dirección de las agujas del reloj hasta el segmento 8.

Conceptos prácticos

Cálculos biliares

Cerca del 10% de las personas mayores de 40 años tienen cálculos biliares, y son más frecuentes en mujeres. Tienen una composición variable, pero predomina la mezcla de colesterol y pigmento biliar. Pueden calcificarse y ser visibles en radiografías simples. Los cálculos biliares pueden ser un hallazgo casual en una ecografía (fig. 4.94) o en una radiografía simple.

Los cálculos pueden alojarse en la **bolsa de Hartmann,** que es una zona bulbosa en el cuello de la vesícula. Cuando el cálculo ocupa esta zona, la vesícula no se puede vaciar con facilidad y la contracción de la pared produce dolor intenso. Si es persistente, puede estar indicada una **colecistectomía** (extracción de la vesícula biliar).

Algunas veces la vesícula puede inflamarse (**colecistitis**). Si la inflamación afecta al peritoneo parietal del diafragma, el dolor puede no limitarse al hipocondrio derecho y ser referido en el hombro derecho. Este dolor referido se debe a que los nervios procedentes de los niveles medulares C3 a C5 que inervan el peritoneo del diafragma, inervan también la piel del hombro. En este caso, una región somática sensitiva con escasa sensibilidad (diafragma) queda referida a otra región somática sensitiva de alta sensibilidad (dermatomas).

De vez en cuando los cálculos pequeños pasan al conducto colédoco y quedan retenidos en el esfínter de la ampolla, lo que obstruye el paso de bilis al duodeno. Esto produce ictericia.

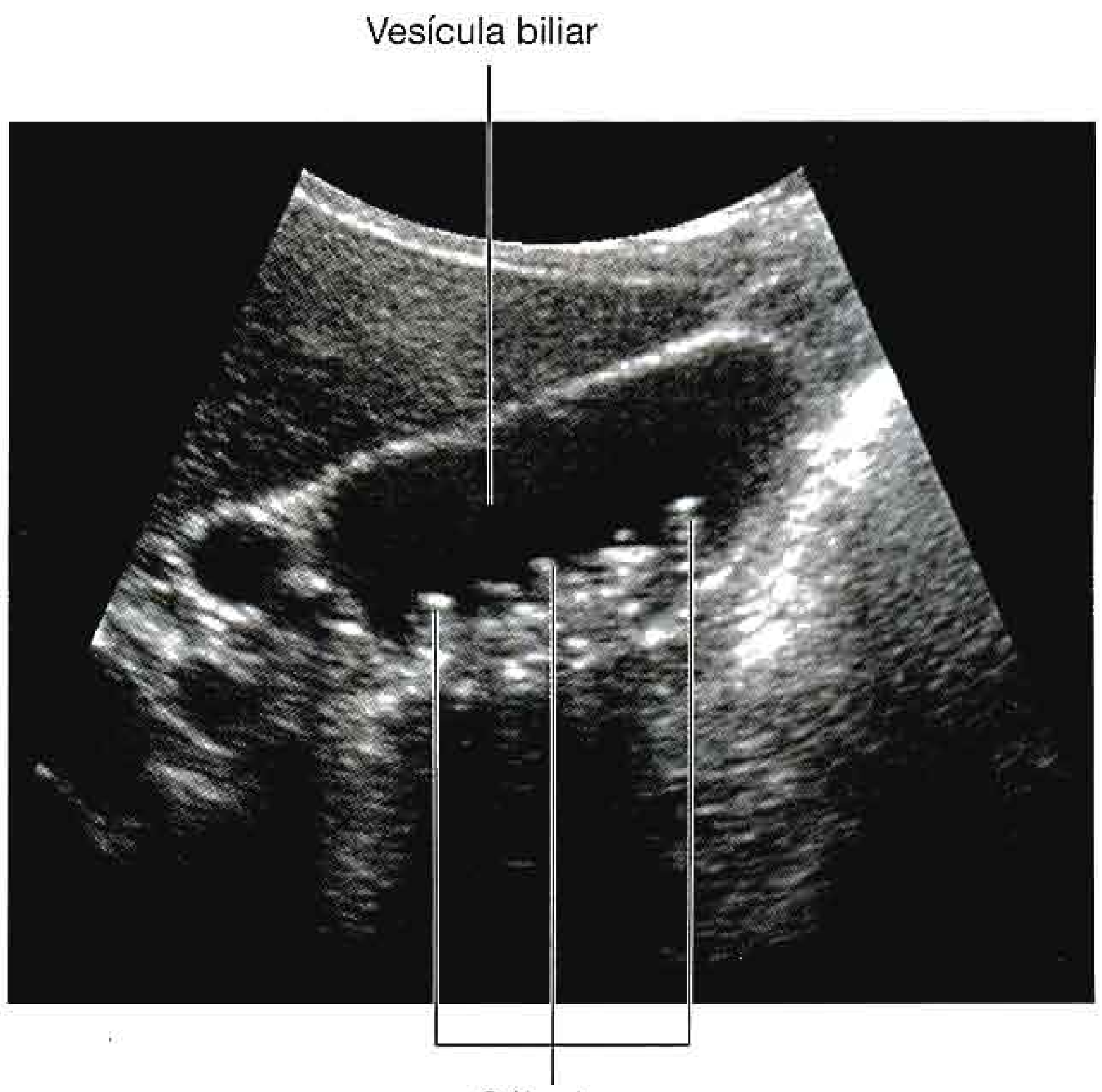


Fig. 4.94 Vesícula biliar con litiasis múltiple en su interior. Ecografía.

Conceptos prácticos

Ictericia

La ictericia es la coloración amarillenta de la piel producida por un aumento de pigmento biliar en el plasma. El color amarillo se observa mejor en las escleróticas de los ojos, que son normalmente blancas y cambian de color. La gravedad de la ictericia depende del grado de aumento de los pigmentos biliares y la duración de la causa que lo produce.

Explicación simplificada de los tipos de ictericia y sus causas anatómicas.

Cuando el sistema retículo endotelial destruye los hematíes, el hierro de la hemoglobina se recicla, mientras que el anillo de porfirina (globina) se rompe y forma bilirrubina liposoluble. Cuando la bilirrubina liposoluble llega al hígado por vía hemática, se convierte en bilirrubina hidrosoluble, que se secreta en el árbol biliar y se elimina por el intestino dando color a las heces.

Ictericia prehepática. Habitualmente se produce en situaciones de destrucción excesiva de hematíes (p. ej., transfusión de sangre incompatible y anemia hemolítica).

Ictericia hepática. Las reacciones bioquímicas complejas que producen el paso de bilirrubina liposoluble en hidrosoluble pueden estar afectadas por cambios inflamatorios en el hígado (p. ej., hepatitis o hepatopatía crónica como cirrosis) y tóxicos (p. ej., sobredosis de paracetamol).

Ictericia posthepática. La obstrucción del árbol biliar de cualquier origen puede producir ictericia, pero las dos causas más frecuentes son los cálculos biliares y el tumor obstructivo en la cabeza del páncreas.

Conceptos prácticos

Trastornos del bazo

Desde el punto de vista clínico, se pueden dividir en dos categorías: rotura o aumento de tamaño.

Rotura de bazo. Suele ocurrir en los traumatismos localizados en hipocondrio izquierdo. Puede asociarse a fractura de costillas inferiores izquierdas. El bazo puede lesionarse debido a su cápsula fina incluso cuando no se afectan las estructuras cercanas. Está muy vascularizado, y cuando se rompe sangra abundantemente en la cavidad peritoneal. En los traumatismos abdominales cerrados siempre debe sospecharse rotura de bazo. Actualmente el tratamiento intenta preservar el bazo, pero en algunos pacientes está indicada la esplenectomía.

Aumento de tamaño. El bazo es un órgano del sistema reticuloendotelial. Las enfermedades que afectan a este sistema (p. ej., leucemia, linfoma y algunas infecciones) pueden producir adenopatías generalizadas y aumento del bazo **(esplenomegalia).**

Circulación arterial

La **aorta abdominal** comienza en el hiato aórtico del diafragma, por delante del límite inferior de la vértebra T12 (fig. 4.95). Desciende por el abdomen, por delante de los cuerpos vertebrales, y cuando termina en la vértebra L4 está situada discretamente a la izquierda de la línea media. Las ramas terminales de la aorta abdominal son las dos **arterias ilíacas primitivas.**

Ramas anteriores de la aorta abdominal

La aorta abdominal da ramas anteriores, laterales y posteriores a su paso por la cavidad abdominal. Las tres ramas anteriores irrigan las vísceras digestivas: el **tronco celíaco**, la **arteria mesentérica superior** y **arteria mesentérica inferior** (fig. 4.95).

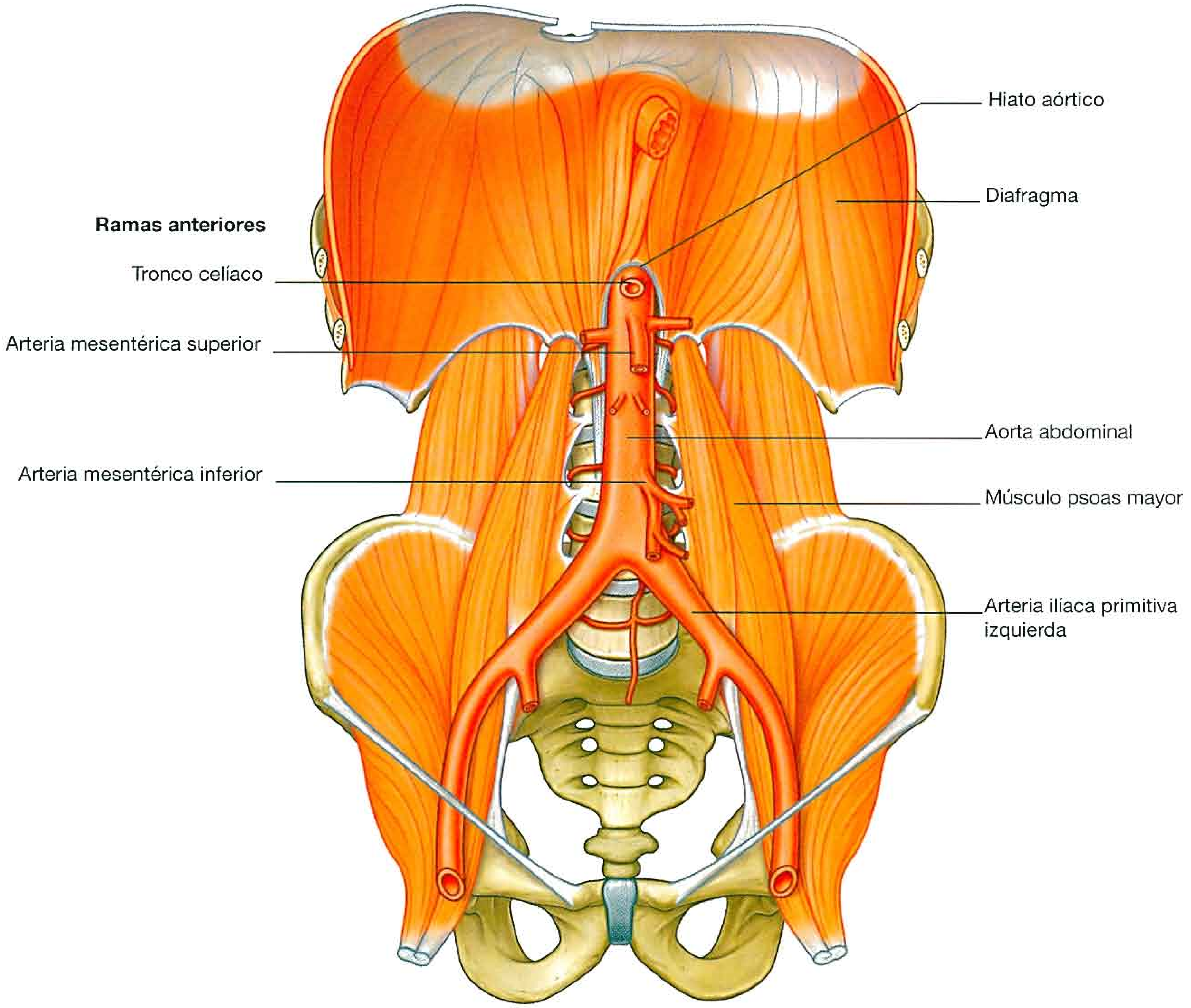


Fig. 4.95 Ramas anteriores de la aorta abdominal.

El tubo digestivo primitivo se divide en tres regiones: intestino proximal, intestino medio e intestino distal. Los límites de estas regiones están relacionados directamente con las áreas de distribución de las tres ramas anteriores de la aorta abdominal (fig. 4.96).

- El **intestino proximal** empieza en el esófago abdominal y termina inmediatamente inferior a la papila mayor del duodeno, a mitad de camino de la porción descendente del duodeno. Incluye el esófago abdominal, estómago, duodeno (por encima de la papila mayor), hígado, páncreas y vesícula biliar. El bazo también se desarrolla en esta región. El intestino proximal está irrigado por el tronco celíaco.
- El **intestino medio** empieza justo inferior a la papila mayor del duodeno, en la porción descendente del duodeno, y termina en la unión entre los dos tercios proximales y el distal del colon transverso. Incluye el duodeno (inferior a la papila mayor del duodeno), yeyuno, íleon, ciego, apéndice, colon ascendente y los dos tercios derechos del colon transverso. Está irrigado por la arteria mesentérica superior (fig. 4.96).
- El **intestino distal** empieza inmediatamente antes de la curvatura cólica izquierda (la unión entre los dos tercios proximales y el tercio distal del colon transverso) y termina en la mitad del conducto anal. Está irrigado por la arteria mesentérica inferior (fig. 4.96).

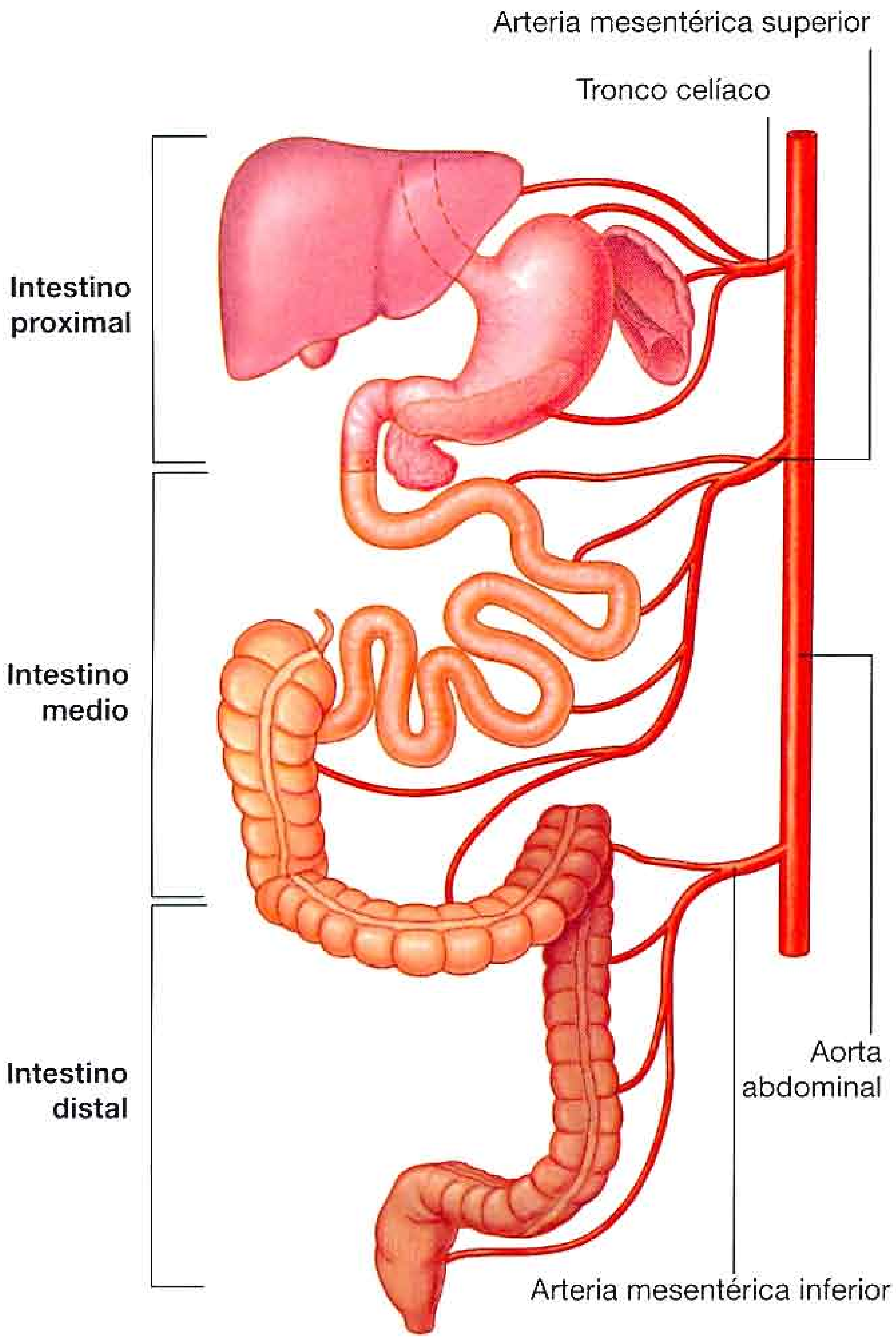


Fig. 4.96 División del tubo digestivo en intestino proximal, intestino medio e intestino distal, esquematizando la circulación arterial primaria de cada segmento.

Tronco celíaco

El tronco celíaco es la rama anterior de la aorta abdominal que irriga el intestino proximal. Sale de la aorta abdominal justo inferior al hiato aórtico del diafragma (fig. 4.97), anterior a la porción superior de la vértebra L1. Se divide inmediatamente en las arterias gástrica izquierda, esplénica y hepática común.

Arteria gástrica izquierda

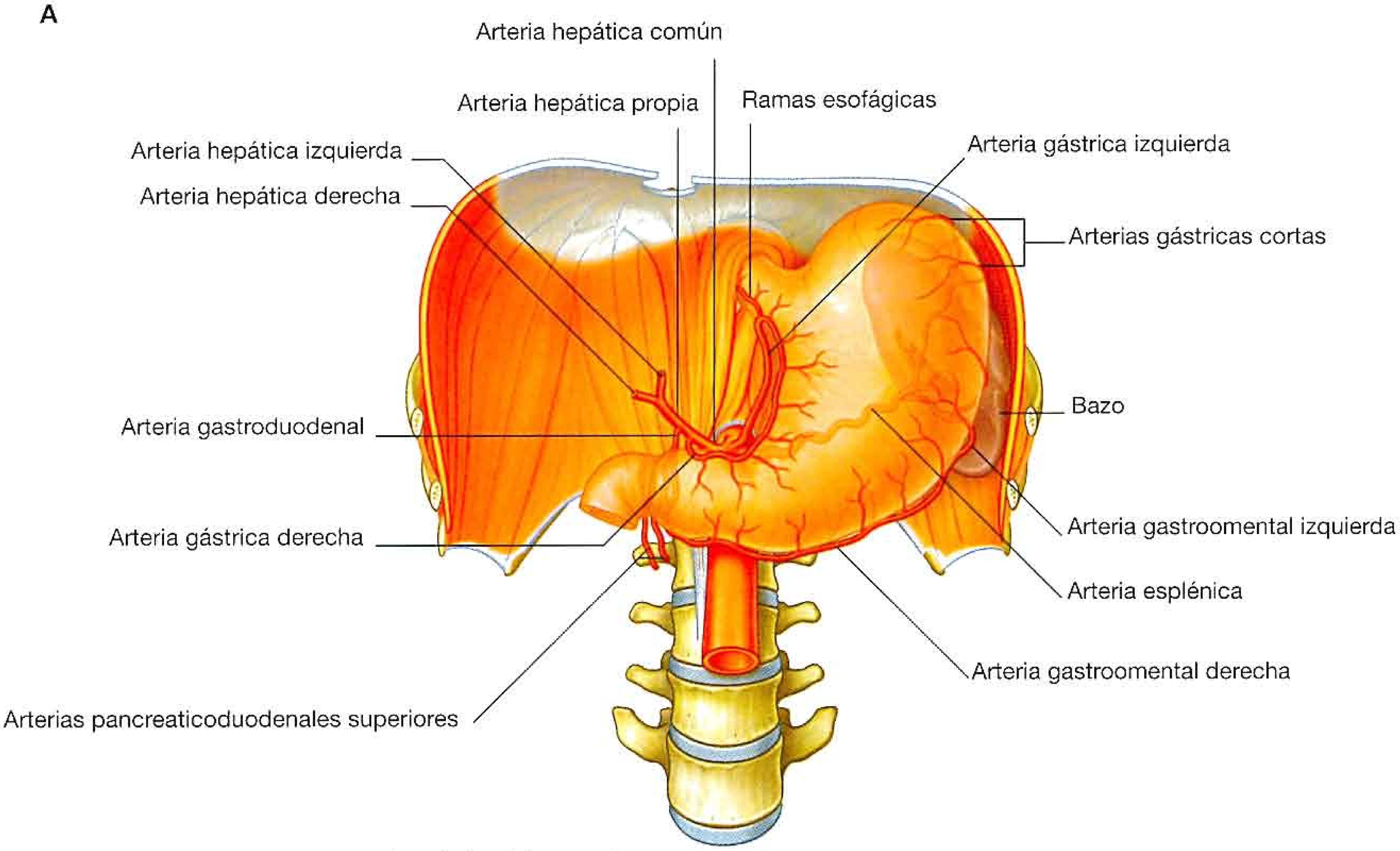
La **arteria gástrica izquierda** es la rama más pequeña del tronco celíaco. Asciende hasta la unión cardioesofágica y da **ramas esofágicas** superiormente a la porción abdominal del esófago (fig. 4.97). Alguna de estas ramas pasa por el hiato esofágico del diafragma y se anastomosa con ramas esofágicas de la aorta torácica. La arteria gástrica izquierda gira a la derecha y desciende a lo largo de la curvatura menor del estómago en el omento menor. Irriga las dos caras del estómago en esta zona y se anastomosa con la arteria gástrica derecha.

Arteria esplénica

La **arteria esplénica,** la rama más larga del tronco celíaco, sigue un trazado sinuoso hacia la izquierda siguiendo el límite superior del páncreas (fig. 4.97). Va en el ligamento esplenorrenal y se divide en varias ramas que entran por el hilio esplénico. La arteria esplénica a su paso por el límite superior del páncreas da varias ramas que irrigan el cuello, cuerpo y cola del páncreas (fig. 4.98).

Cerca del bazo, da las **ramas gástricas cortas,** que cruzan el ligamento gastroesplénico e irrigan el fundus gástrico. También da la **arteria gastroomental izquierda,** que se dirige a la izquierda siguiendo la curvatura mayor del estómago y se anastomosa con la arteria gastroomental derecha.

A



B

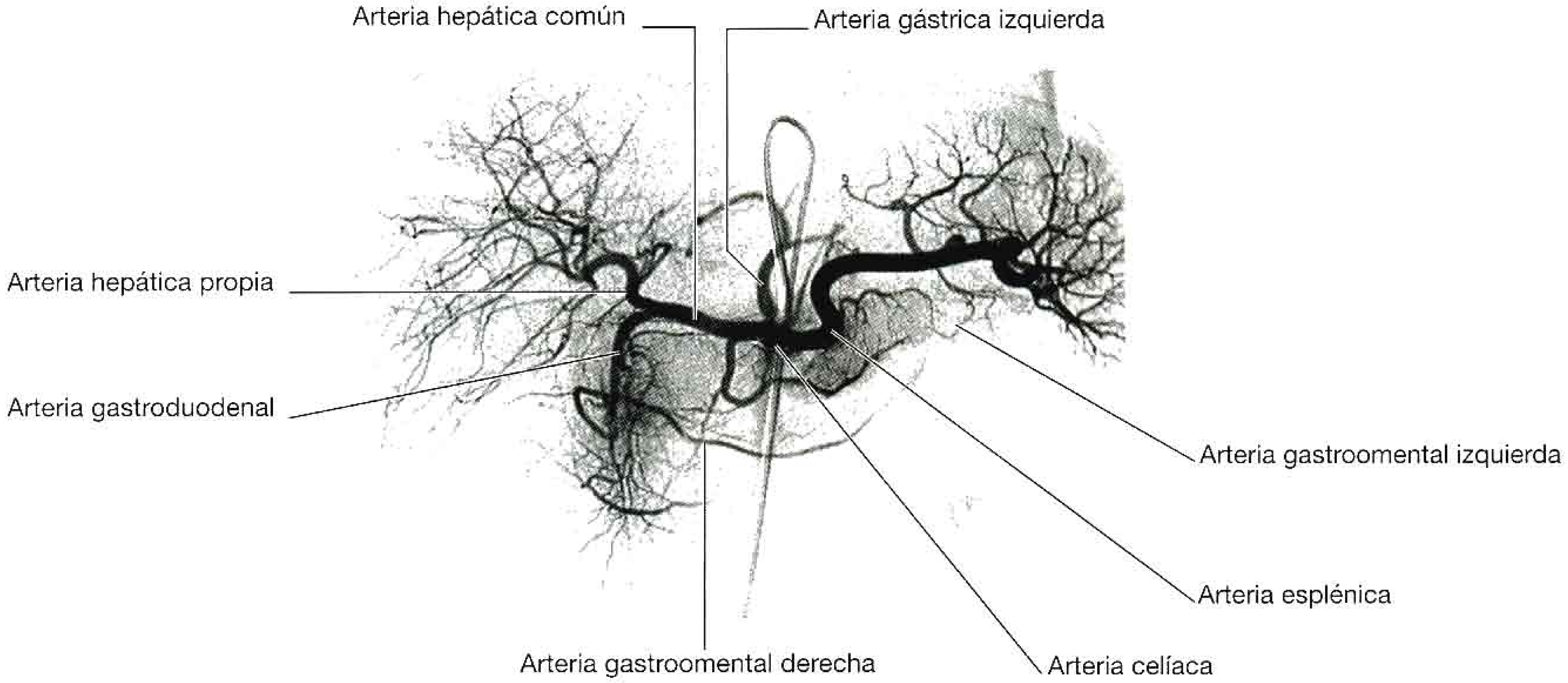


Fig. 4.97 Tronco celíaco. **A.** Distribución del tronco celíaco. **B.** Angiografía con sustracción digital del tronco celíaco y sus ramas.

Arteria hepática común

La **arteria hepática común** es una rama del tronco celíaco de tamaño medio que se dirige hacia la derecha y se divide en dos ramas terminales, la **arteria hepática propia** y la **arteria gastroduodenal** (fig. 4.99).

La arteria hepática asciende hacia el hígado en el borde libre del omento menor. Discurre a la izquierda del conducto colédoco por delante de la vena porta, se divide en las **arterias hepáticas derecha e izquierda** cerca del hilio hepático.

La arteria cística, que irriga la vesícula biliar, sale de la arteria hepática derecha cerca del hígado.

De la arteria gastroduodenal puede salir la **arteria supraduodenal** antes de que descienda por detrás de la porción superior del duodeno. Al llegar al límite inferior de la porción superior del duodeno, la arteria gastroduodenal se divide en dos ramas terminales, la **arteria gastroomental derecha** y la **arteria pancreaticoduodenal superior** (fig. 4.98).

La arteria gastroomental derecha se dirige a la izquierda siguiendo la curvatura mayor gástrica y se anastomosa con la arteria gastroomental izquierda, rama de la arteria esplénica. La arteria gastroomental derecha da ramas para las dos caras del estómago, y otras descendentes en el omento mayor.

La arteria pancreaticoduodenal superior se divide en las ramas anterior y posterior al descender, e irriga la cabeza del páncreas y el duodeno (fig. 4.98). Estas arterias se anastomosan con las ramas anteriores y posteriores de la arteria pancreaticoduodenal inferior.

Arteria mesentérica superior

La arteria mesentérica superior es la rama anterior de la aorta abdominal que irriga el intestino medio. Sale de la aorta abdominal inmediatamente por debajo del tronco celíaco (fig. 4.100), anterior a la parte inferior de la vértebra L1.

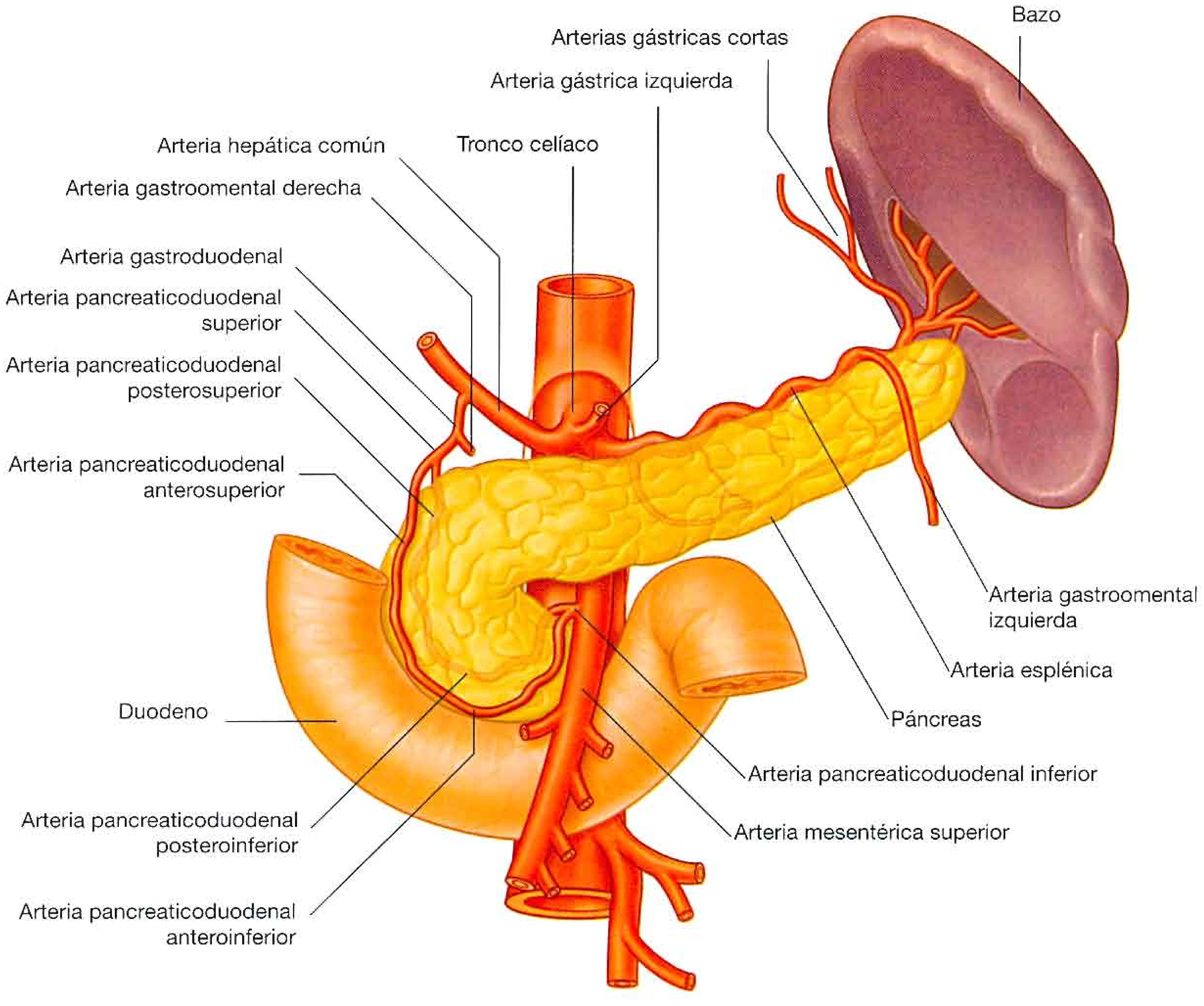


Fig. 4.98 Circulación arterial del páncreas.

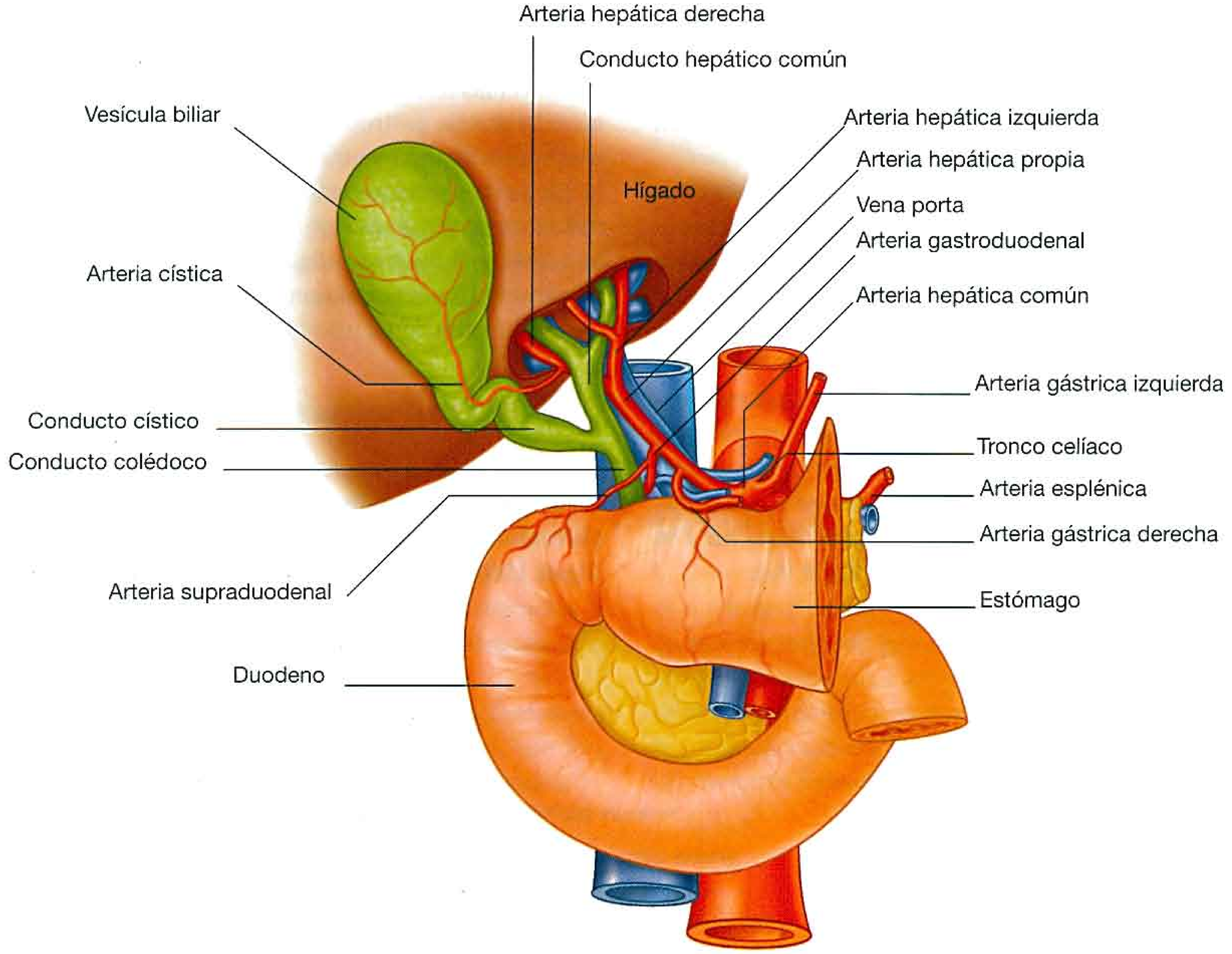


Fig. 4.99 Distribución de la arteria hepática común.

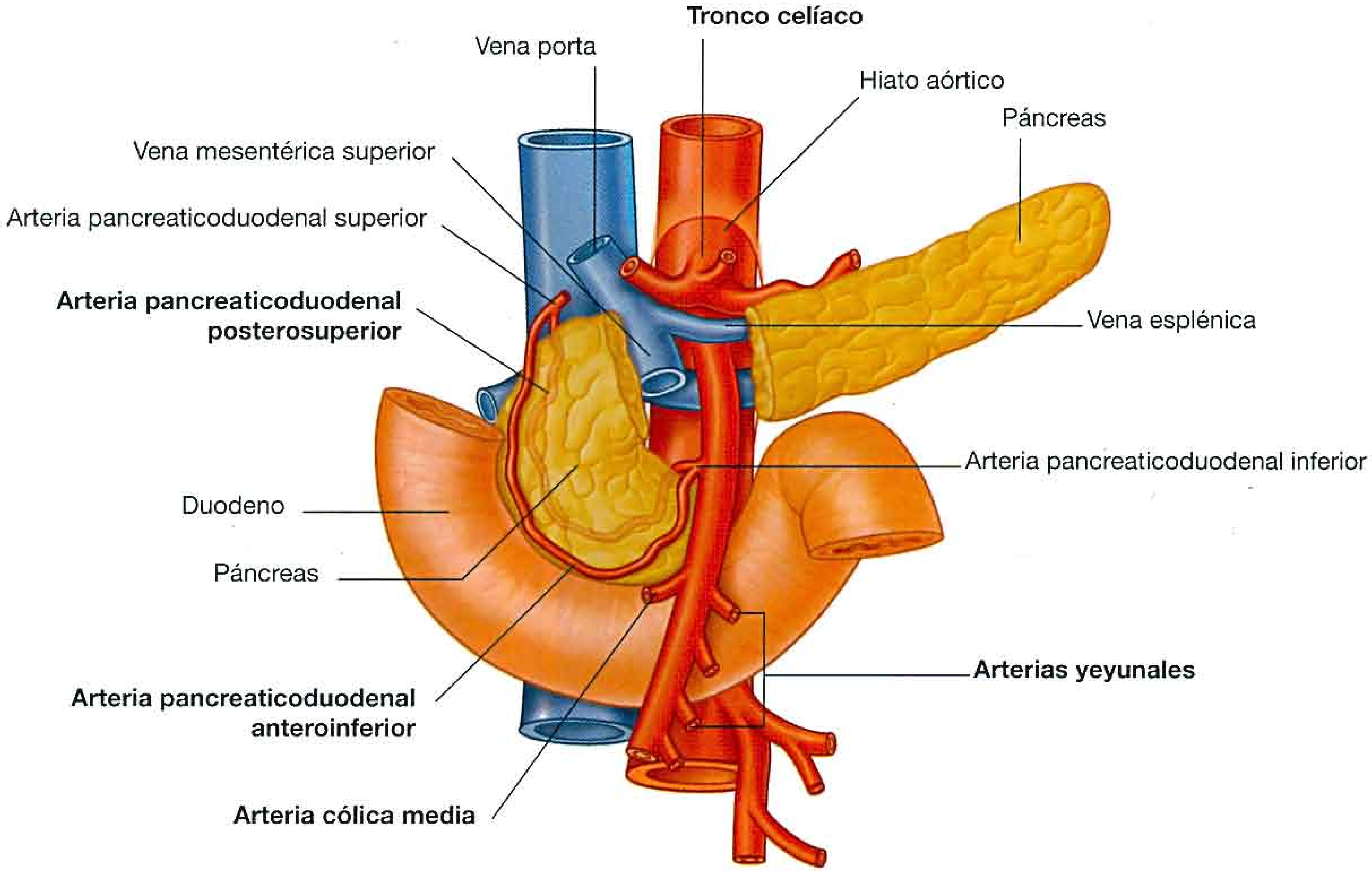


Fig. 4.100 Primeras ramas de la arteria mesentérica superior y relaciones con otras estructuras.

La vena esplénica y el cuello del páncreas cruzan por delante de la arteria mesentérica superior. Por detrás de la arteria están la vena renal izquierda, el proceso unciforme del páncreas y la porción inferior del duodeno. Después de dar una primera rama (la **arteria pancreaticoduodenal inferior**), de la arteria mesentérica superior salen las **arterias yeyunales e ileales** del lado izquierdo (fig. 4.100). Del lado derecho salen tres ramas –las **arterias cólica media, cólica derecha** e **ileocólica**– que irrigan el íleon terminal, ciego, colon ascendente y dos tercios del colon transverso.

Arteria pancreaticoduodenal inferior

La arteria pancreaticoduodenal inferior es la primera rama de la arteria mesentérica superior. Se divide inmediatamente en las ramas anterior y posterior que ascienden por el lado correspondiente de la cabeza del páncreas. Estas arterias se anastomosan con las arterias pancreaticoduodenales anterior y posterosuperior en la parte superior (fig. 4.98). Esta red arterial irriga la cabeza y el proceso unciforme del páncreas y el duodeno.

Arterias yeyunales e ileales

Después de la arteria pancreaticoduodenal inferior salen varias ramas de la arteria mesentérica superior. Por el lado izquierdo hay múltiples arterias yeyunales e ileales que irrigan el yeyuno y la mayor parte del íleon (fig. 4.101). Estas ramas salen del tronco de la arteria, se introducen entre las dos capas del mesenterio y se anastomosan formando arcos o arcadas al salir para irrigar el intestino delgado. El número de arcadas arteriales va aumentando a lo largo del intestino.

Puede haber arcadas únicas o dobles en la zona del yeyuno, aumentando el número al llegar al íleon. Desde la arcada terminal se extienden los vasos rectos, que irrigan directamente las paredes del intestino delgado. Los **vasos rectos** del yeyuno habitualmente son más largos y están cerca unos de otros, formando ventanas que se ven en el mesenterio. Los vasos rectos del íleon generalmente son más cortos y están más separados, formando ventanas anchas y bajas.

Arteria cólica media

La arteria cólica media es la primera de las tres ramas que salen del lado derecho de la arteria mesentérica superior (fig. 4.101). Sale después de que la arteria mesentérica superior aparezca inferior al páncreas y se introduce en el mesocolon transverso, dividiéndose en ramas izquierda y derecha. La rama derecha se anastomosa con la arteria cólica derecha, y la rama izquierda se anastomosa con la arteria cólica izquierda, rama de la arteria mesentérica inferior.

Arteria cólica derecha

Siguiendo la arteria mesentérica superior, la arteria cólica derecha es la segunda de las tres ramas derechas del tronco de la arteria (fig. 4.101). Es una rama irregular, y se dirige a la derecha en situación retroperitoneal para irrigar el colon ascendente. Cerca del colon se divide en una rama descendente que se anastomosa con la arteria ileocólica, y una rama ascendente que se anastomosa con la arteria cólica media.

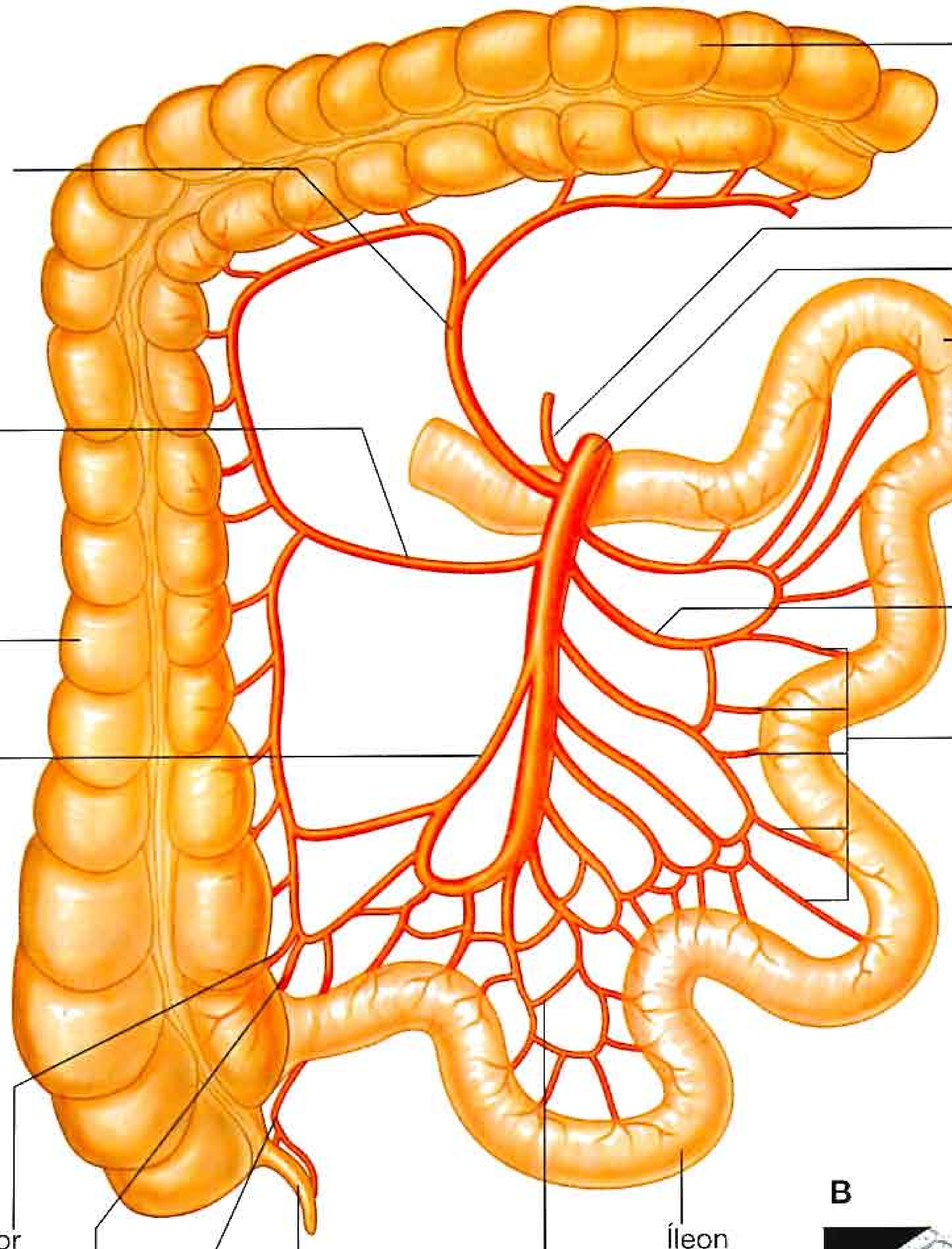
Arteria ileocólica

La última rama derecha de la arteria mesentérica superior es la arteria ileocólica (fig. 4.101). Se dirige hacia abajo y a la derecha a la fosa ilíaca derecha donde se divide en ramas superior e inferior:

- La rama superior asciende con el colon ascendente y se anastomosa con la arteria cólica derecha.
- La rama inferior continúa hacia la unión ileocólica, y se divide en **ramas cólica, cecal, apendicular** e **ileal** (fig. 4.101).

El origen y distribución de estas ramas es variable:

- La rama cólica cruza al colon ascendente y se dirige superiormente para irrigar la primera porción del colon ascendente.
- Las ramas cecales anterior y posterior, que pueden salir en el mismo tronco o separadas, irrigan la cara correspondiente del ciego.
- La rama apendicular entra en el margen libre del mesoapéndice y apéndice e irriga esta zona.
- La rama ileal se dirige a la izquierda y asciende para irrigar la porción final del íleon antes de anastomosarse con la arteria mesentérica superior.



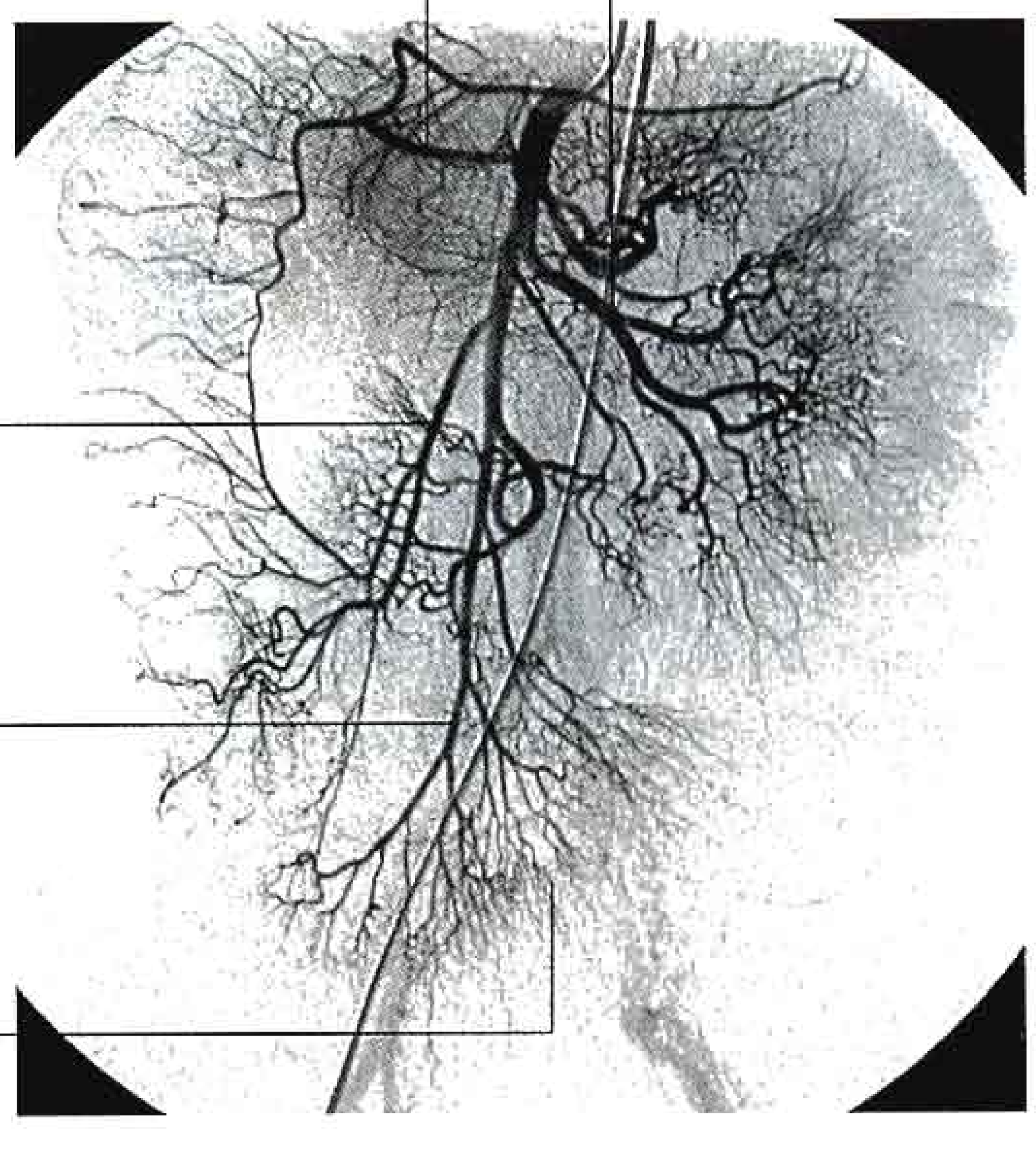


Fig. 4.101 Arteria mesentérica superior. **A.** Distribución de la arteria mesentérica superior. **B.** Angiografía con sustracción digital de la arteria mesentérica superior y sus ramas.

Arteria mesentérica inferior

La arteria mesentérica inferior es la rama anterior de la aorta abdominal que irriga el intestino distal. Es la más pequeña de las tres ramas anteriores de la aorta abdominal y se encuentra anterior al cuerpo de la vértebra L3. Inicialmente, la arteria mesentérica inferior desciende por delante de la aorta, y después sigue descendiendo hacia la izquierda (fig. 4.102). Son ramas de esta arteria la **arteria cólica izquierda,** varias **arterias sigmoideas** y la **arteria rectal superior.**

Arteria cólica izquierda

La arteria cólica izquierda es la primera rama de la arteria mesentérica inferior (fig. 4.102). Asciende en situación retroperitoneal y se divide en ramas ascendente y descendente:

- La rama ascendente se dirige anteriormente hacia el riñón izquierdo, entra en el mesocolon transverso y sigue superiormente para irrigar la porción superior del colon descendente y la porción distal del colon transverso y se anastomosa con ramas de la arteria cólica media.
- La rama descendente irriga la porción inferior del colon descendente y se anastomosa con la primera arteria sigmoidea.

Arterias sigmoideas

Las arterias sigmoideas pueden ser de dos a cuatro ramas que descienden en el lado izquierdo e irrigan la porción más baja del colon descendente y el colon sigmoide (fig. 4.102). Esas ramas se anastomosan en la parte superior con ramas de la arteria cólica izquierda y en la parte inferior con ramas de la arteria rectal superior.

Arteria rectal superior

La rama terminal de la arteria mesentérica inferior es la arteria rectal superior (fig. 4.102). Esta desciende hacia la cavi-

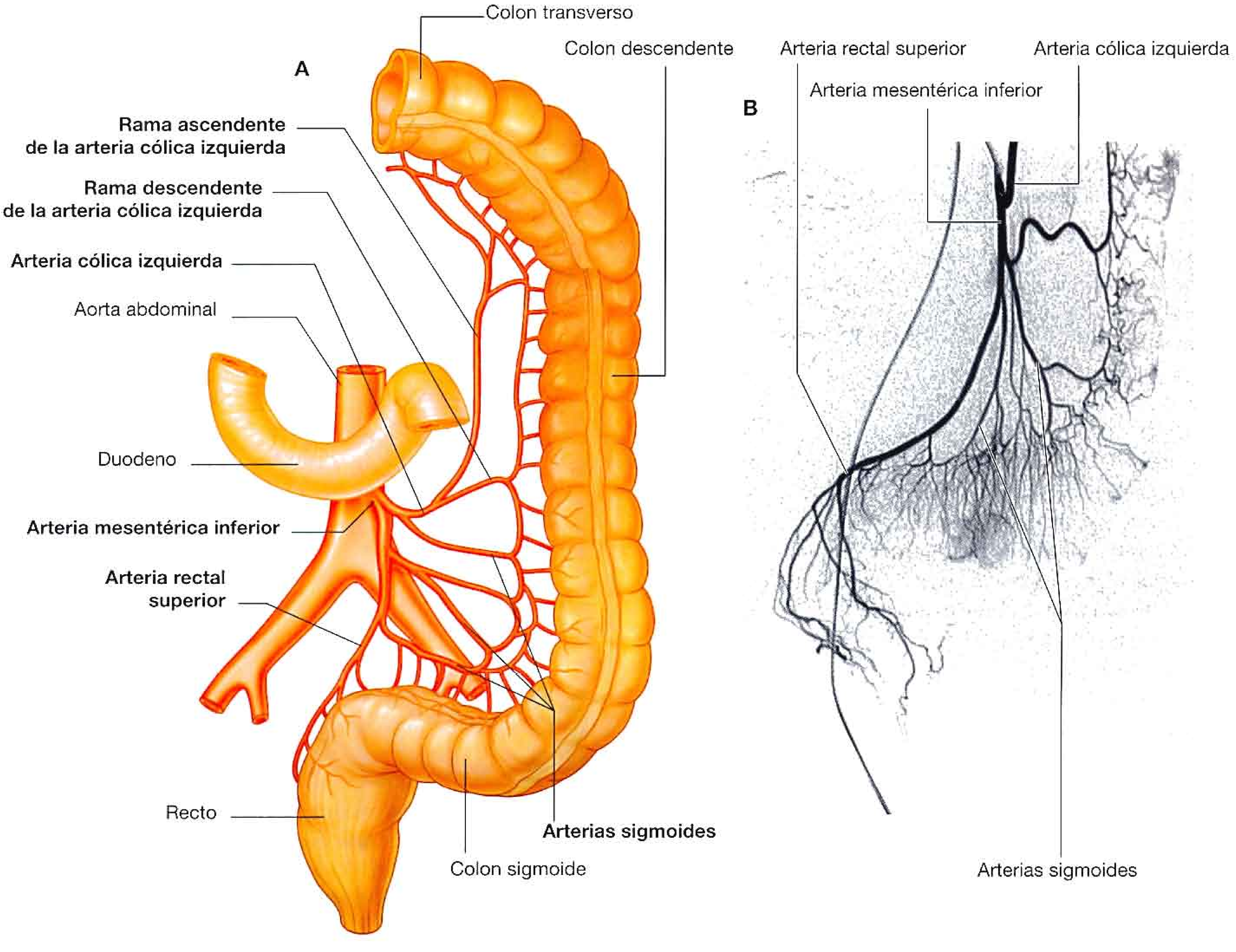


Fig. 4.102 Arteria mesentérica inferior. **A.** Distribución de la arteria mesentérica inferior. **B.** Angiografía con sustracción digital de la arteria mesentérica inferior y sus ramas.

dad pélvica en el mesocolon sigmoide, cruzando los vasos ilíacos primitivos. Se divide en dos ramas terminales enfrente de la vértebra S3. Éstas descienden a los lados del recto, y se dividen en ramas más pequeñas en la pared rectal. Estas ramas pequeñas siguen hasta el esfínter anal interno, y se anastomosan en su recorrido con ramas de las arterias rectales medias (ramas de la arteria ilíaca interna), y de las arterias rectales inferiores (ramas de la arteria pudenda).

Conceptos prácticos

Vascularización del aparato digestivo

La porción abdominal del tubo digestivo está irrigada fundamentalmente por las arterias del tronco celíaco, mesentérica superior y mesentérica inferior:

- El tronco celíaco irriga el esófago inferior, estómago y la mitad proximal de la porción descendente del duodeno.
- La arteria mesentérica superior irriga el resto del duodeno, el yeyuno, íleon, colon ascendente y los dos tercios proximales del colon transverso.
- La arteria mesentérica inferior irriga el resto del colon transverso, el colon descendente, colon sigmoide y la mayor parte del recto.

En la porción descendente del duodeno hay una zona divisoria entre la vascularización del tronco celíaco y la de la arteria mesentérica superior. La isquemia de esta zona es poco frecuente, mientras que la zona entre la arteria mesentérica superior y la mesentérica inferior, en el ángulo esplénico, es muy vulnerable a la isquemia.

El ángulo esplénico del colon puede presentar isquemia en algunas enfermedades. En esta situación, la mucosa se desprende, y el paciente es más susceptible a la infección y puede perforarse el intestino grueso, lo que requiere intervención quirúrgica urgente.

La arteriosclerosis puede afectar a toda la aorta abdominal y a las salidas de las arterias mesentérica superior e inferior y tronco celíaco. No es infrecuente que se obstruya la arteria mesentérica inferior. Curiosamente, muchos de estos pacientes no presentan complicaciones porque las anastomosis entre las arterias cólicas derecha, media e izquierda se elongan formando una **arteria marginal** continua. El intestino grueso distal, por tanto, recibe vascularización de esta arteria marginal elongada (arteria marginal de Drummond), que sustituye la irrigación de la arteria mesentérica inferior (fig. 4.103).

Si se estenosan las salidas del tronco celíaco y la arteria mesentérica superior, disminuye la vascularización del intestino. Después de una comida abundante, la demanda de oxígeno sobrepasa la capacidad de las arterias estenosadas y se produce dolor intenso y malestar **(angina mesentérica).** Los pacientes con esta enfermedad dejan de comer por el dolor y pierden peso rápidamente. Se llega al diagnóstico con una arteriografía de la aorta, y las estenosis de la arteria mesentérica superior y del tronco celíaco se observan mejor en la proyección lateral.

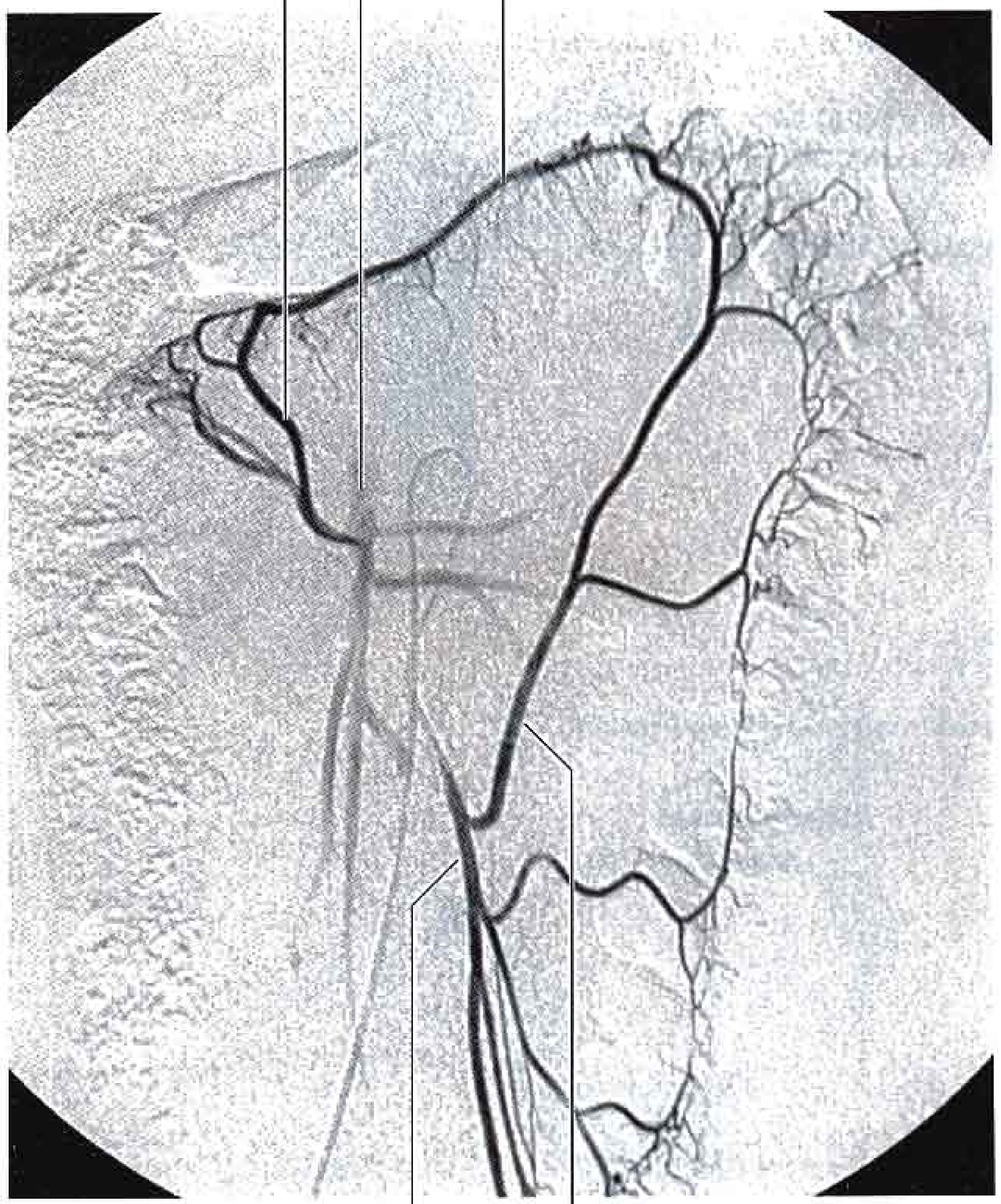


Fig. 4.103 Arteria marginal elongada que conecta las arterias mesentérica superior y mesentérica inferior. Angiografía con sustracción digital.

Circulación venosa

La circulación venosa del bazo, el páncreas, la vesícula biliar y la porción abdominal del tubo digestivo, excepto la porción inferior del recto, va por el sistema porta, que lleva sangre desde estas estructuras al hígado. La sangre venosa pasa de los sinusoides hepáticos a venas de mayor calibre hasta que llega a las venas hepáticas, que la conduce a la vena cava inferior inmediatamente inferior al diafragma.

Vena porta

La **vena porta** es la vía final para el transporte de la sangre venosa desde el bazo, páncreas, vesícula biliar y porción abdominal del tubo digestivo. Se forma por la unión de la **vena esplénica** y la **vena mesentérica superior,** por detrás del cuello del páncreas a nivel de la vértebra L2 (fig. 4.104).

Asciende hacia el hígado posterior a la porción superior del duodeno y se introduce en el borde derecho del omento menor. En este punto va anterior al orificio omental y posterior al conducto colédoco, que está discretamente a la derecha, y de la arteria hepática, un poco a la izquierda (v. fig. 99, págs. 4-80).

Cerca del hígado, la vena porta se divide en dos ramas, **derecha e izquierda,** que se introducen en el parénquima hepático. Son también tributarias de la vena porta:

- Las venas gástricas derecha e izquierda, que llevan sangre del estómago y esófago abdominal.
- Las venas císticas, desde la vesícula biliar.
- Las venas paraumbilicales, relacionadas con la vena umbilical cerrada, y que conectan con venas de la pared anterior del abdomen (fig. 4.105).

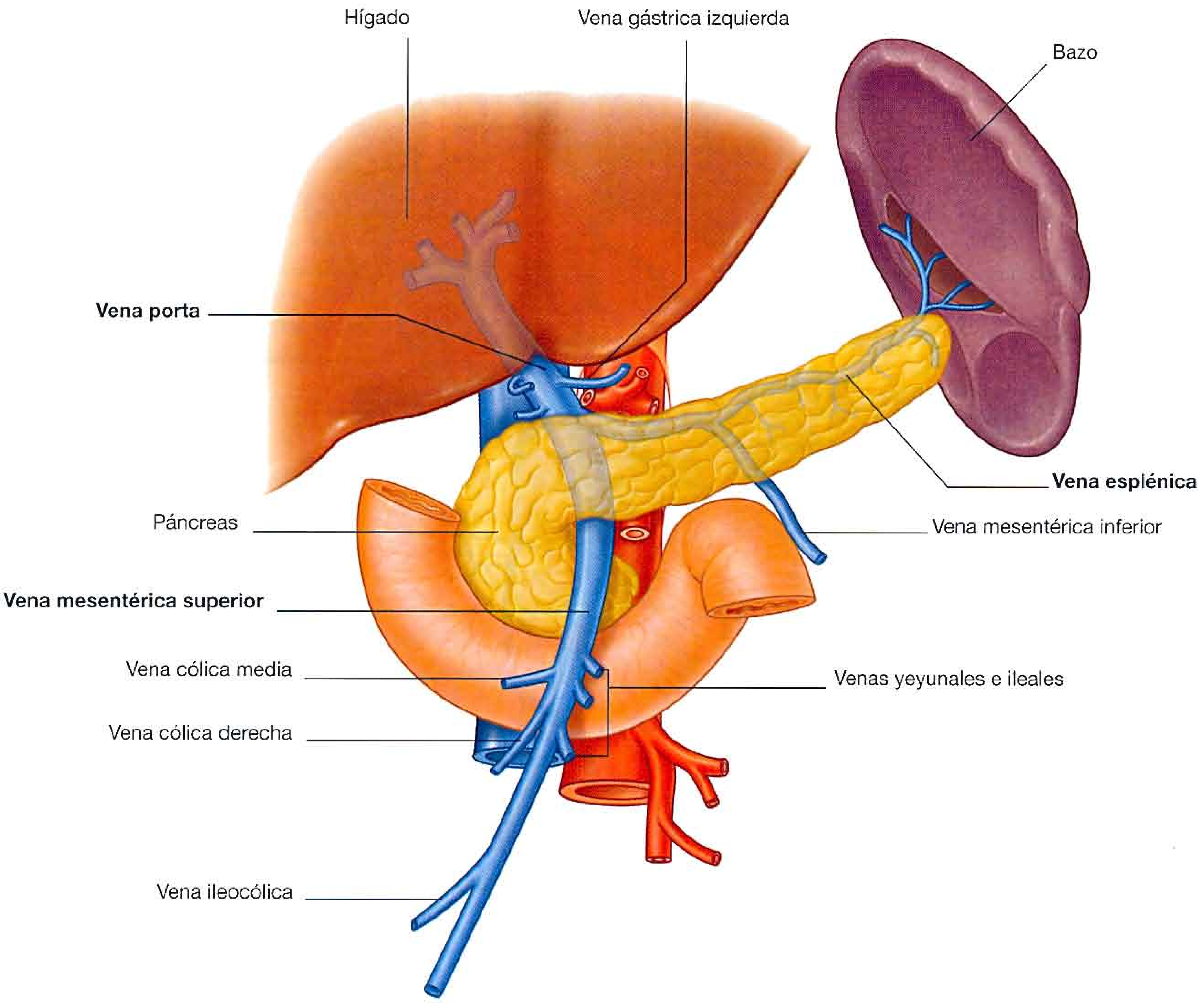


Fig. 4.104 Vena porta.

Vena esplénica

La vena esplénica se forma por la unión de varios vasos pequeños que salen del hilio esplénico (fig. 4.105). Se dirige a la derecha por el ligamento esplenorrenal con la arteria esplénica y la cola del páncreas. La vena esplénica, ancha y recta, sigue hacia la derecha tocando el cuerpo del páncreas a su paso por la pared posterior del abdomen. Se une a la vena mesentérica superior por detrás del cuello pancreático y forman la vena porta.

Son tributarias de la vena esplénica:

- Las **venas gástricas cortas,** procedentes del fundus y parte izquierda de la curvatura mayor gástrica.
- La **vena gastroomental izquierda**, de la curvatura mayor gástrica.
- Las **venas pancreáticas** procedentes del cuerpo y cola del páncreas.
- Habitualmente la **vena mesentérica inferior.**

Vena mesentérica superior

La vena mesentérica superior recoge sangre del intestino delgado, ciego, colon ascendente y colon transverso (fig. 4.105). Empieza en la fosa ilíaca derecha con la unión de venas procedentes del íleon terminal, ciego y apéndice, asciende por el mesenterio a la derecha, superior a la arteria mesentérica superior.

Se une a la vena esplénica para formar la vena porta por detrás del cuello del páncreas. Son tributarias de la vena mesentérica superior las venas yeyunal, ileal, ileocólica, cólica derecha y cólica media, que acompañan a las ramas corres-

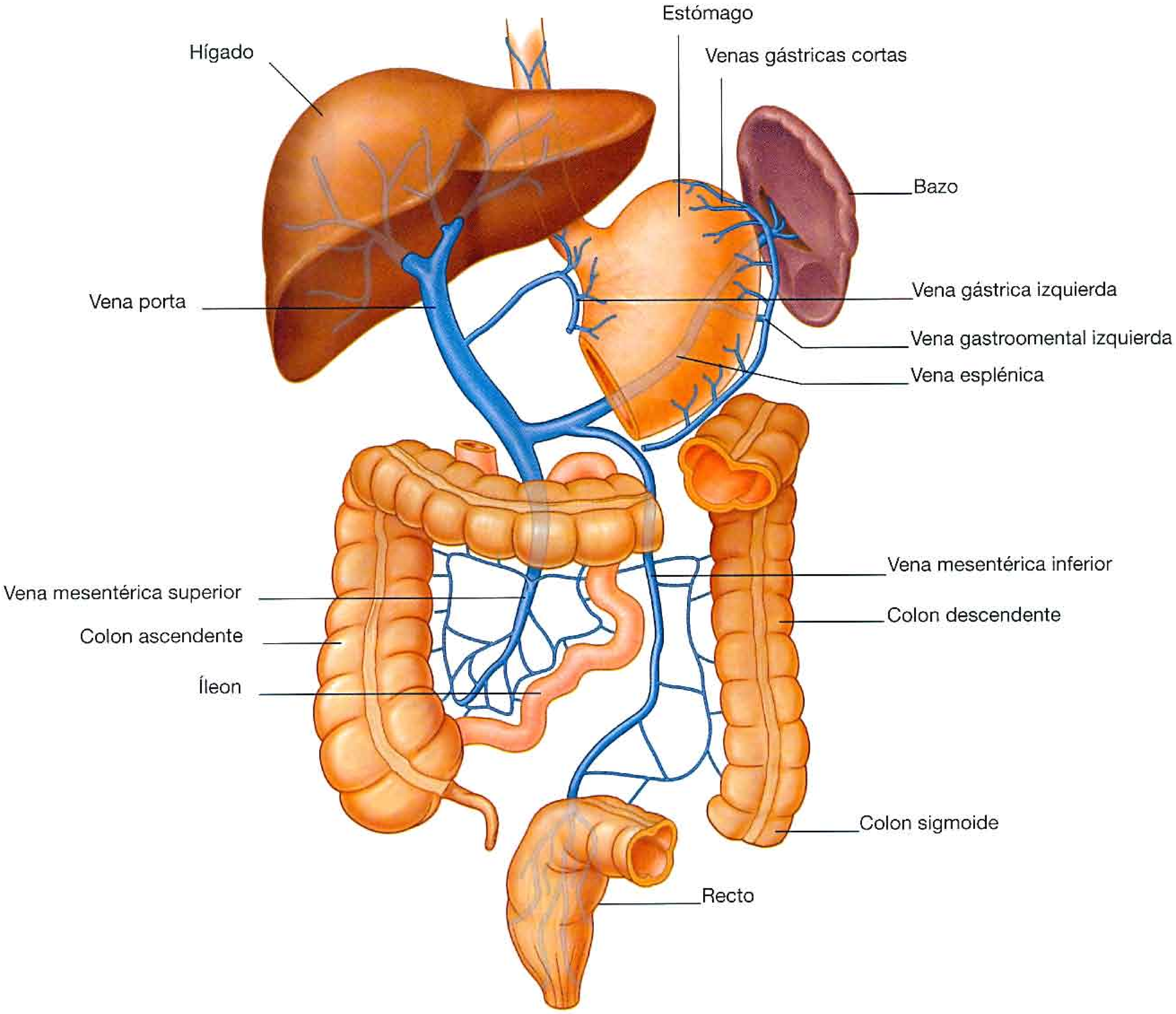


Fig. 4.105 Drenaje venoso de la porción abdominal del tubo digestivo.

pondientes de la arteria mesentérica superior. Otras tributarias son:

- La **vena gastroomental derecha**, que recoge sangre de la parte derecha de la curvatura mayor gástrica.
- Las **venas pancreaticoduodenales anterior** y **posteroinferior**, que van junto a las arterias del mismo nombre. La vena pancreaticoduodenal anterosuperior vacía habitualmente en la vena gastroomental derecha, y la vena pancreaticoduodenal posterosuperior directamente en la vena porta.

Vena mesentérica inferior

La **vena mesentérica inferior** recoge sangre del recto, colon sigmoide, colon descendente y ángulo esplénico (fig. 4.105). Empieza siendo la **vena rectal superior** y en su ascenso recibe venas tributarias de las **venas sigmoides** y la **vena cólica izquierda.** Todas estas venas acompañan a las arterias homónimas. Continúa ascendiendo y habitualmente se une a la vena esplénica después de pasar por detrás del cuerpo pancreático. Ocasionalmente termina en la unión de las venas esplénica y mesentérica superior o se une a la vena mesentérica superior.

Conceptos prácticos

Cirrosis hepática

La cirrosis es un trastorno hepático complejo, cuyo diagnóstico es anatomopatológico. Si se sospecha el diagnóstico, debe realizarse una biopsia hepática.

La cirrosis se caracteriza por fibrosis hepática generalizada con zonas de regeneración nodular y reconstrucción anormal de la arquitectura lobular preexistente. La presencia de cirrosis indica lesión celular hepática previa o actual.

La etiología es variada. Puede ser tóxica (alcohol), infección vírica, obstrucción biliar, obstrucción venosa, nutricional (malnutrición) o por trastornos metabólicos.

Cuando la cirrosis progresa, la vascularización intrahepática se distorsiona, produciendo un aumento de presión en la vena porta y sus tributarias (hipertensión portal). La hipertensión portal produce un aumento de presión en las vénulas esplénicas, y por tanto una esplenomegalia. En los puntos de anastomosis portosistémica (v. más adelante) se forman dilataciones varicosas. Estas venas tienen tendencia a la hemorragia, que puede producir pérdidas cuantiosas de sangre y en algunos casos es mortal.

El hígado produce muchas proteínas, entre ellas los factores de coagulación. Cualquier trastorno hepático (incluso la infección y cirrosis) puede disminuir la síntesis de estos factores e impedir una coagulación adecuada. Los pacientes con cirrosis hepática grave tienen un riesgo importante de hemorragia intensa, incluso por cortaduras pequeñas; además, si se rompen las varices, existe riesgo de exanguinación rápida.

Con la insuficiencia hepática progresiva, el paciente retiene sal y líquidos, y se forman edemas cutáneos y subcutáneos. En la cavidad peritoneal se puede acumular gran cantidad (varios litros) de líquido (ascitis).

Las células hepáticas (hepatocitos), cuya función está muy alterada, son incapaces de degradar la sangre y sus derivados, por lo que se produce un aumento de la bilirrubina sérica, que se manifiesta como ictericia.

Con el fracaso del metabolismo hepático normal, los metabolitos tóxicos no se convierten en no tóxicos. Esta acumulación de sustancias nocivas se agrava por las anastomosis portosistémicas, que permite a los metabolitos tóxicos eludir el paso del hígado. Los pacientes pueden desarrollar complicaciones neurológicas graves, con convulsiones, demencia y lesión neurológica irreversible.

Anastomosis portosistémica

El sistema porta hepático recoge sangre de las vísceras del abdomen y la lleva al hígado. En personas normales, se puede recuperar el 100% de la sangre venosa de la porta en las venas hepáticas, pero en pacientes con presión venosa de la porta elevada (p. ej., en la cirrosis), disminuye el flujo sanguíneo al hígado. El resto de la sangre entra en colaterales que drenan a la circulación sistémica en determinados puntos (fig. 4.106). Las colaterales más importantes se localizan en:

- La unión gastroesofágica alrededor del cardias, donde la vena gástrica izquierda y sus tributarias forman una anastomosis portosistémica con ramas del sistema de la ácigos de venas del sistema cava.
- El ano, donde la vena rectal superior del sistema porta se anastomosa con las venas rectales inferior y media de la circulación sistémica.
- La pared anterior del abdomen alrededor del ombligo, donde las venas paraumbilicales se anastomosan con venas de la pared anterior del abdomen.

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

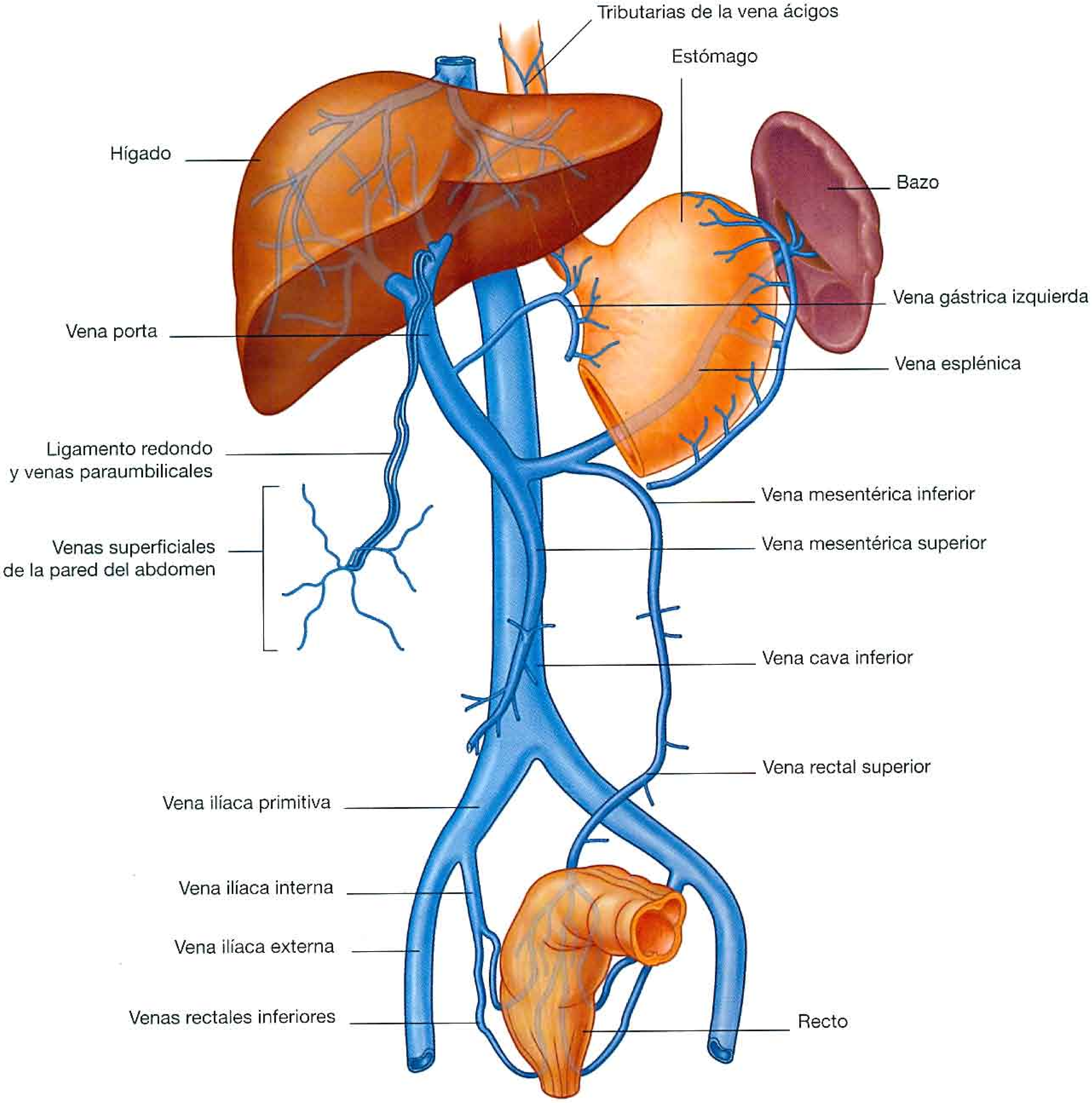


Fig. 4.106 Anastomosis portosistémicas.

Cuando aumenta la presión en la vena porta, se forman varices en los puntos de anastomosis portosistémica o alrededor de ellos. Estas venas dilatadas son:

- Las **hemorroides** en la unión anorrectal.
- Las **varices esofágicas** en la unión gastroesofágica.
- La **cabeza de medusa** en el ombligo.

Las varices esofágicas son muy susceptibles a los traumatismos, y cuando se lesionan sangran profusamente y requieren intervención quirúrgica urgente.

Linfáticos

El drenaje linfático de la parte abdominal del tubo digestivo, desde la porción inferior del recto, del bazo, páncreas, vesícula biliar e hígado va por vasos y nódulos linfáticos que confluyen al final en grupos de **nódulos preaórticos** en el origen de las tres ramas anteriores de la aorta abdominal, que irrigan estas estructuras. Son los grupos nodulares **preaórticos celíaco, mesentérico superior y mesentérico inferior.** La linfa sigue el siguiente recorrido:

- El tronco celíaco (p. ej., las estructuras del intestino proximal abdominal) drena a los nódulos preaórticos próximos al origen del tronco celíaco (fig. 4.107), estos nódulos también reciben linfa de grupos nodulares preaórticos de las arterias mesentérica superior y mesentérica inferior, y la linfa de los nódulos celíacos entra en la **cisterna del quilo.**
- La arteria mesentérica superior (es decir, las estructuras del intestino medio abdominal) drenan a los nódulos preaórticos cerca del origen de la arteria mesentérica superior (fig. 4.107), estos nódulos también reciben sangre de los grupos nodulares preaórticos mesentéricos inferiores, y parte de la linfa de los nódulos mesentéricos superiores llega a los nódulos celíacos.
- La arteria mesentérica inferior (p. ej., las estructuras que forman parte del intestino abdominal distal) drena a los nódulos preaórticos cercanos al origen de la arteria mesentérica inferior (fig. 4.107), y parte de la linfa de los nódulos mesentéricos inferiores drena a los nódulos mesentéricos superiores.

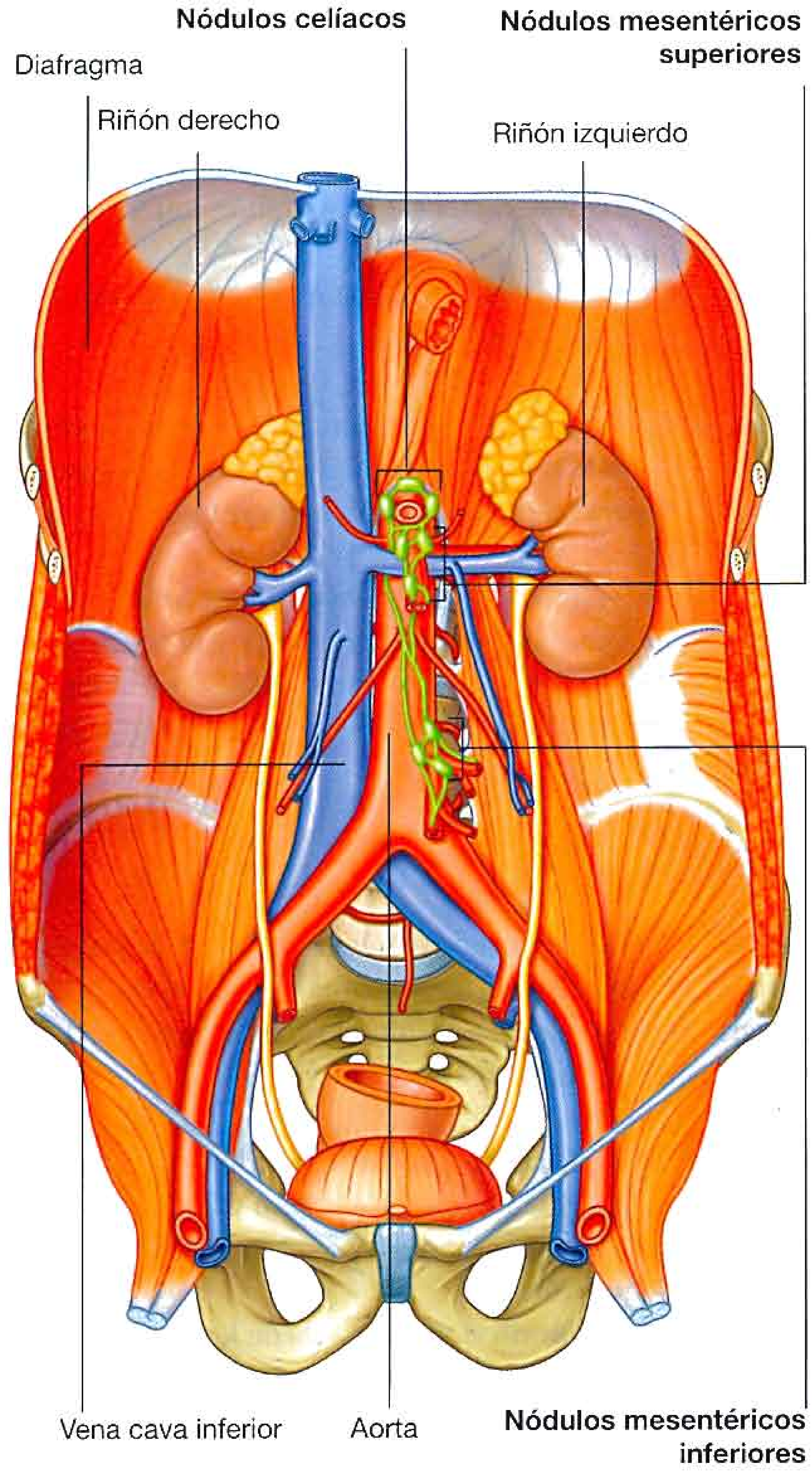


Fig. 4.107 Drenaje linfático de la porción abdominal del tubo digestivo.

Inervación

Las vísceras abdominales están inervadas por los componentes intrínseco y extrínseco del sistema nervioso:

- A través de la inervación extrínseca el sistema nervioso central recibe información sensitiva y envía impulsos motores.
- La inervación intrínseca regula las actividades del aparato digestivo a través de una red de neuronas sensitivas y motoras (el **sistema nervioso entérico**), generalmente autosuficiente.

Reciben inervación extrínseca la porción abdominal del aparato digestivo, el bazo, páncreas, la vesícula biliar y el hígado. Estas vísceras envían información sensitiva al sistema nervioso central a través de fibras aferentes viscerales y reciben impulsos motores del sistema nervioso central a través de fibras eferentes.

Las fibras viscerales eferentes forman parte de las porciones simpática y parasimpática de la división autónoma del SNP.

Las siguientes estructuras conducen estas fibras aferentes y eferentes: las raíces anteriores y posteriores de la médula espinal, los nervios raquídeos, los ramos comunicantes blancos y grises, los troncos simpáticos, los nervios esplácnicos que llevan fibras simpáticas (torácico, lumbar y sacro) y parasimpáticas (pélvico), el plexo prevertebral y los ganglios relacionados, y el nervio vago (X).

El sistema nervioso entérico está formado por neuronas sensitivas y motoras en dos plexos interconectados en las paredes del tubo digestivo. Estas neuronas controlan la contracción y relajación coordinadas del músculo liso y regulan la secreción gástrica y el flujo sanguíneo.

Troncos simpáticos

Los troncos simpáticos son dos cuerdas nerviosas paralelas situadas a los lados de la columna vertebral desde el cráneo al cóccix (fig. 4.108). En el cuello, están situadas por detrás de la vaina carotídea. En la parte superior del tórax, van por delante de los cuellos costales, mientras que en la parte inferior del tórax están en la cara lateral de los cuerpos vertebrales. En el abdomen, están en situación anterolateral respecto a los cuerpos de las vértebras lumbares, y dentro de la pelvis van por delante del sacro. Los dos troncos simpáticos se unen por delante del cóccix y forman el **ganglio impar.**

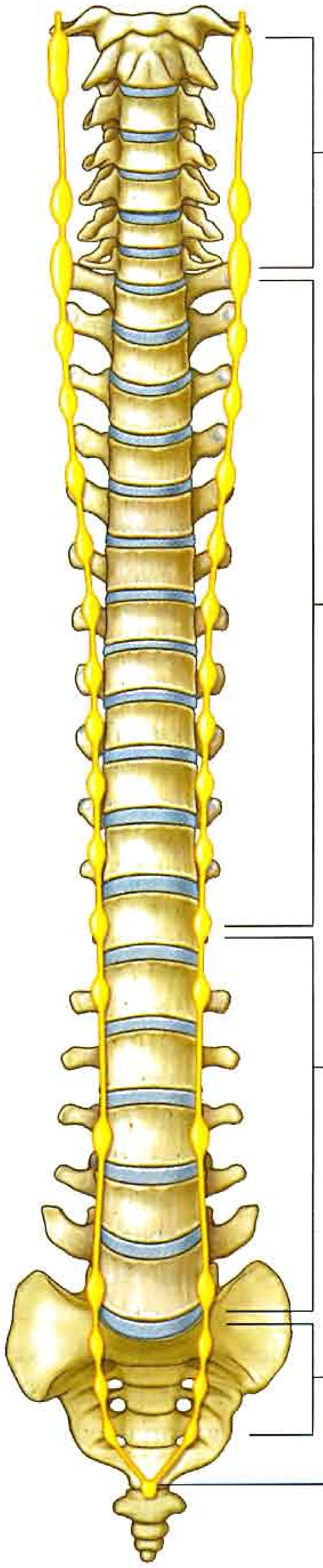


Fig. 4.108 Troncos simpáticos.

A lo largo de los troncos simpáticos se observan pequeñas zonas abultadas. Estas colecciones neuronales fuera del SNC son los ganglios simpáticos paravertebrales. Se distribuyen habitualmente:

- Tres ganglios en la región cervical.
- Once o doce en la región torácica.
- Cuatro en la región lumbar.
- Cuatro o cinco ganglios en la región sacra.
- El ganglio impar por delante del cóccix (fig. 4.108).

Los ganglios y troncos están conectados a los nervios espinales adyacentes por ramos grises comunicantes en las porciones torácica y lumbar superior del tronco. Los troncos simpáticos contienen fibras simpáticas preganglionares y posganglionares y fibras aferentes viscerales.

Nervios esplácnicos

Los nervios esplácnicos son una parte importante de la inervación de las vísceras abdominales. Van desde el tronco simpático o ganglios simpáticos relacionados con el tronco, al plexo prevertebral y ganglios anteriores de la aorta abdominal.

Hay dos tipos de nervios esplácnicos, en función del tipo de fibra eferente que transporten:

- Los nervios esplácnicos torácico, lumbar y sacro llevan fibras simpáticas desde el tronco simpático a los ganglios del plexo prevertebral, y también fibras viscerales aferentes.
- Los nervios esplácnicos pélvicos (raíz parasimpática) llevan fibras parasimpáticas preganglionares desde los nervios espinales S2 a S4 a una prolongación del plexo prevertebral en la pelvis (el **plexo hipogástrico inferior** o **plexo pélvico**).

Nervios esplácnicos torácicos

Hay tres nervios esplácnicos torácicos que van de los ganglios simpáticos a lo largo del tronco simpático en el tórax al plexo prevertebral y ganglios relacionados con la aorta abdominal en el abdomen (fig. 4.109):

- El **nervio esplácnico mayor** sale de los ganglios torácicos quinto a noveno (o décimo) y llega al ganglio celíaco del abdomen (ganglio prevertebral relacionado con el tronco celíaco).
- El **nervio esplácnico menor** sale de los ganglios torácicos noveno y décimo (o décimo y undécimo) y llega al ganglio aortorrenal.
- El **nervio esplácnico inferior** sale del duodécimo ganglio torácico y llega al plexo renal.

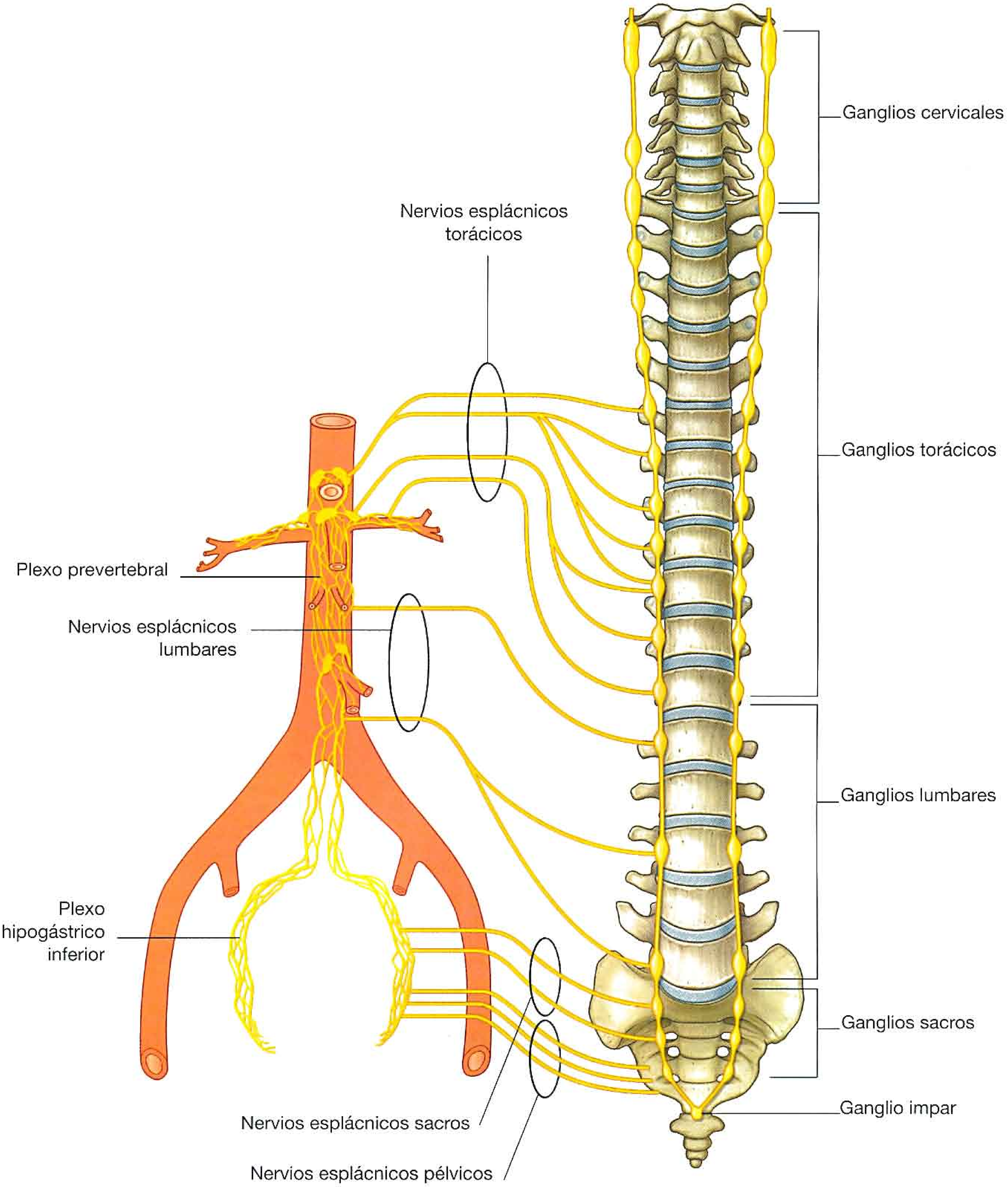


Fig. 4.109 Nervios esplácnicos.

Nervios esplácnicos lumbar y sacro

Habitualmente hay de dos a cuatro **nervios esplácnicos lumbares**, que van de la porción lumbar del tronco simpático o los ganglios relacionados hasta el plexo prevertebral (fig. 4.109).

De la misma forma, los **nervios esplácnicos sacros** van de la porción sacra del tronco parasimpático o los ganglios relacionados, y entran en el plexo hipogástrico inferior, que es una prolongación del plexo prevertebral en la pelvis.

Nervios esplácnicos pélvicos

Los **nervios esplácnicos pélvicos (raíz parasimpática)** son diferentes. Son los únicos nervios esplácnicos formados por fibras parasimpáticas. Las fibras parasimpáticas preganglionares procedentes de la médula espinal van de los nervios espinales S2 a S4 al plexo hipogástrico inferior (fig. 4.109). En el plexo, unas fibras se dirigen superiormente, entran en el plexo prevertebral abdominal y se distribuyen por las arterias que irrigan el intestino distal. Las fibras parasimpáticas preganglionares inervan el tercio distal del colon transverso, el colon descendente y el colon sigmoide por esta vía.

Plexo prevertebral abdominal y ganglios dependientes

El plexo prevertebral abdominal es un conjunto de fibras nerviosas que rodean la aorta abdominal y sus ramas principales. A lo largo del plexo prevertebral se encuentran diseminados los cuerpos de las neuronas de las fibras simpáticas posganglionares. Algunas de estas neuronas están organizadas en ganglios diferenciados, y otras están distribuidas de forma aleatoria. Los ganglios se relacionan habitualmente con determinadas ramas de la aorta abdominal y se llaman del mismo modo.

Las tres divisiones principales del plexo abdominal prevertebral y ganglios relacionados son los plexos celíaco, aórtico e hipogástrico superior (fig. 4.110):

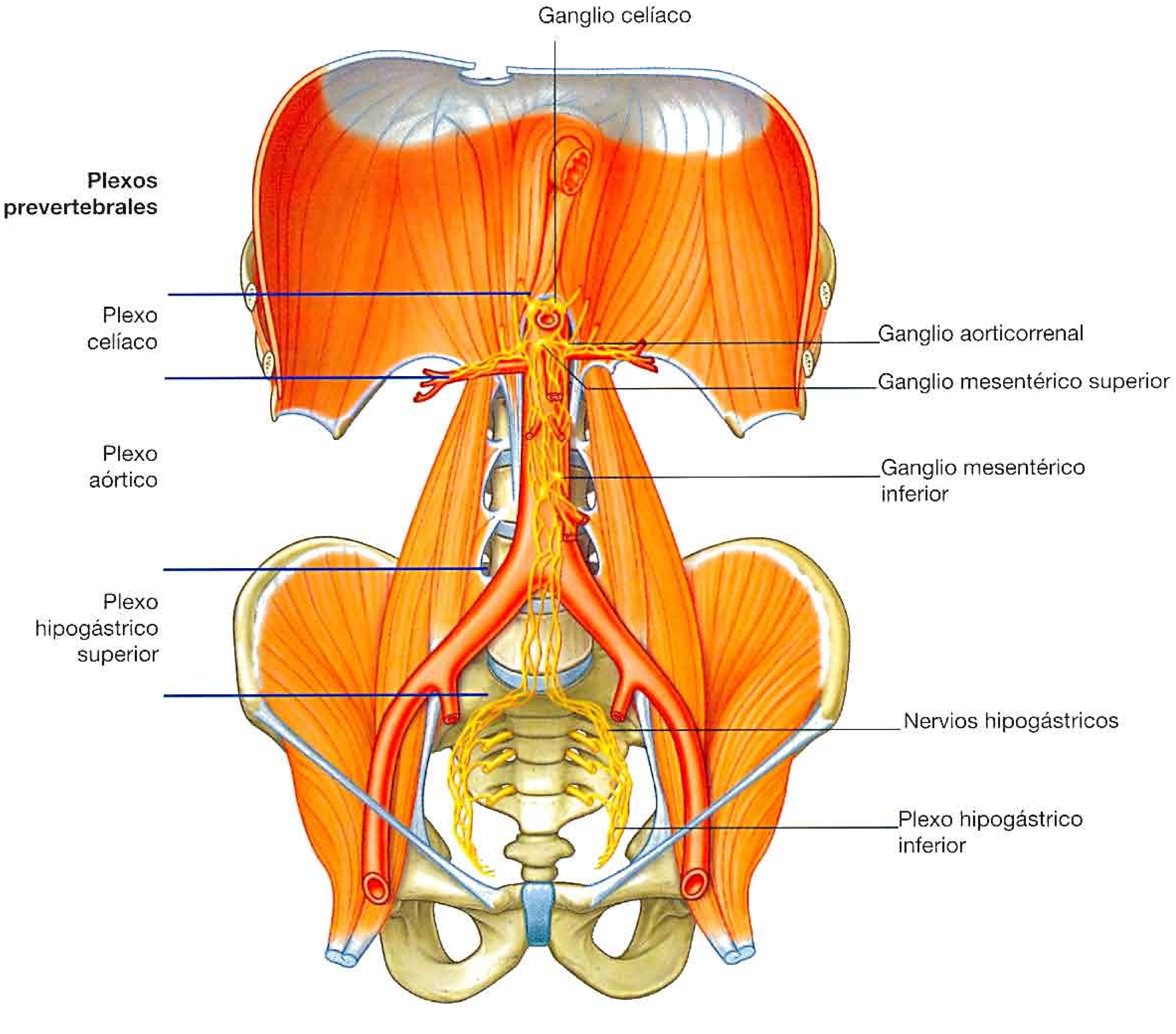


Fig. 4.110 Plexos y ganglios prevertebrales abdominales.

- El **plexo celíaco** es el acúmulo de fibras nerviosas y ganglios relacionados con las raíces del tronco celíaco y la arteria mesentérica superior inmediatamente por debajo del hiato aórtico del diafragma; los ganglios relacionados con el plexo celíaco son dos ganglios celíacos, un único ganglio mesentérico superior y dos ganglios aortorrenales.
- El **plexo aórtico** está formado por las fibras nerviosas y ganglios relacionados en las superficies anterior y lateral de la aorta abdominal, desde debajo del origen de la arteria mesentérica superior a la bifurcación de la aorta en las dos ilíacas primitivas; el ganglio principal es el ganglio mesentérico inferior en la raíz de la arteria mesentérica inferior.
- El **plexo hipogástrico superior** contiene varios ganglios pequeños y es la parte final del plexo prevertebral abdominal antes de que continúe en la cavidad pélvica.

Cada uno de estos tres plexos da lugar a varios plexos secundarios, que pueden también contener ganglios pequeños. Habitualmente se da a estos plexos el nombre de los vasos con los que se relacionan. Por ejemplo, el plexo celíaco habitualmente está descrito como origen de los plexos mesentérico superior y renal, así como de otros más pequeños que siguen varias ramas del tronco celíaco. De la misma forma, el plexo aórtico tiene plexos secundarios, como el plexo mesentérico inferior, el espermático y el ilíaco externo.

Inferiormente, el plexo hipogástrico superior se divide en los nervios hipogástricos, que descienden a la pelvis y contribuyen a la formación del plexo hipogástrico inferior o pélvico (fig. 4.110).

El plexo prevertebral abdominal recibe:

- Fibras aferentes preganglionares parasimpáticas y viscerales del nervio vago (X).
- Fibras aferentes simpáticas preganglionares y viscerales de los nervios esplácnicos torácico y lumbar.
- Fibras parasimpáticas preganglionares de los nervios esplácnicos pélvicos.

Inervación parasimpática

La inervación parasimpática de la porción abdominal del tubo digestivo, bazo, páncreas, vesícula biliar e hígado tiene dos orígenes: el nervio vago (X) y los nervios esplácnicos pélvicos.

Nervio vago

Los **nervios vagos** (X) entran en el abdomen junto al esófago a su paso por el diafragma (fig. 4.111) e inervan (inervación parasimpática) los intestinos proximal y medio.

Después de entrar en el abdomen en forma de **troncos vagales anterior y posterior**, envían ramos al plexo prevertebral abdominal. Estos ramos llevan fibras preganglionares parasimpáticas y fibras aferentes viscerales, que se distribuyen con otros elementos del plexo prevertebral siguiendo las ramas de la aorta abdominal.

Nervios esplácnicos pélvicos

Los **nervios esplácnicos pélvicos**, que llevan fibras parasimpáticas preganglionares de los niveles medulares S2 a S4, entran en el plexo hipogástrico inferior en la pelvis. Algunas fibras se dirigen superiormente, a la porción mesentérica inferior del plexo prevertebral del abdomen (fig. 4.111). Desde allí, estas fibras se distribuyen con ramas de la arteria mesentérica inferior, proporcionando la inervación parasimpática del intestino distal.

Sistema entérico

El sistema entérico es una división de la parte visceral del sistema nervioso, y consiste en un circuito neuronal local en la pared del tubo digestivo. Contiene neuronas sensitivas y motoras organizadas en dos plexos conectados entre sí **(plexos mientérico** y **submucoso)** situados entre las capas de la pared del tubo digestivo, y las fibras nerviosas relacionadas que van entre los plexos y desde los plexos a los tejidos próximos (fig. 4.112).

El sistema entérico regula y coordina muchas actividades del tubo digestivo, como la secreción gástrica, el flujo sanguíneo digestivo, y los ciclos de contracción y relajación del músculo liso **(peristalsis).**

Aunque el sistema entérico generalmente es independiente del sistema nervioso central, recibe estímulos de neuronas simpáticas posganglionares y parasimpáticas preganglionares que modifican su actividad.

Inervación simpática del estómago

La inervación simpática del estómago sigue la siguiente vía:

- Un nervio simpático preganglionar procedente del nivel medular T6 entra en la raíz anterior para salir de la médula.
- En el orificio intervertebral, la raíz anterior (que lleva el nervio preganglionar) se une a una raíz posterior y forma un nervio raquídeo.
- Fuera de la columna vertebral, la fibra preganglionar sale del nervio raquídeo a través del ramo comunicante blanco.

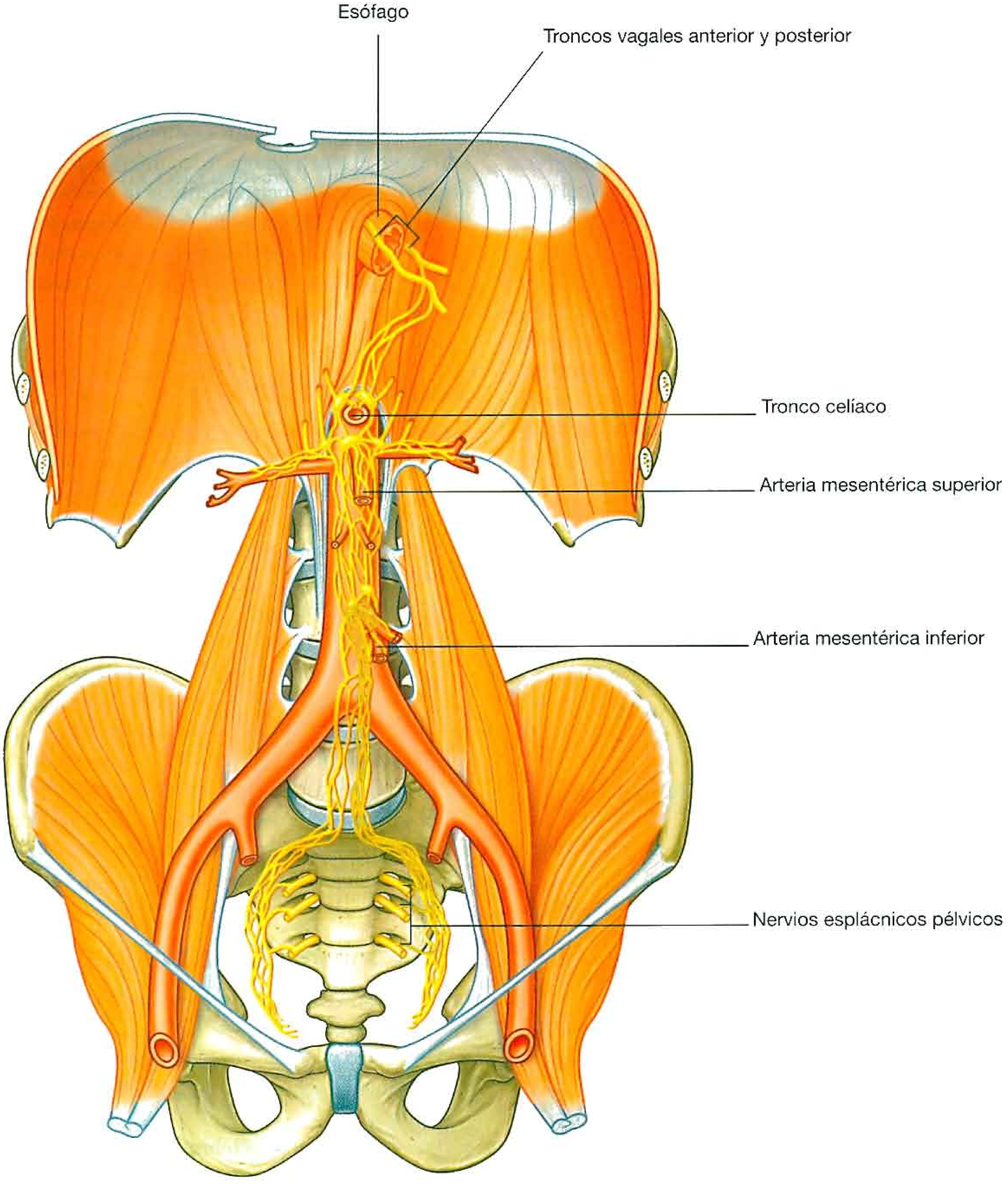


Fig. 4.111 Inervación parasimpática de la porción abdominal del tubo digestivo.

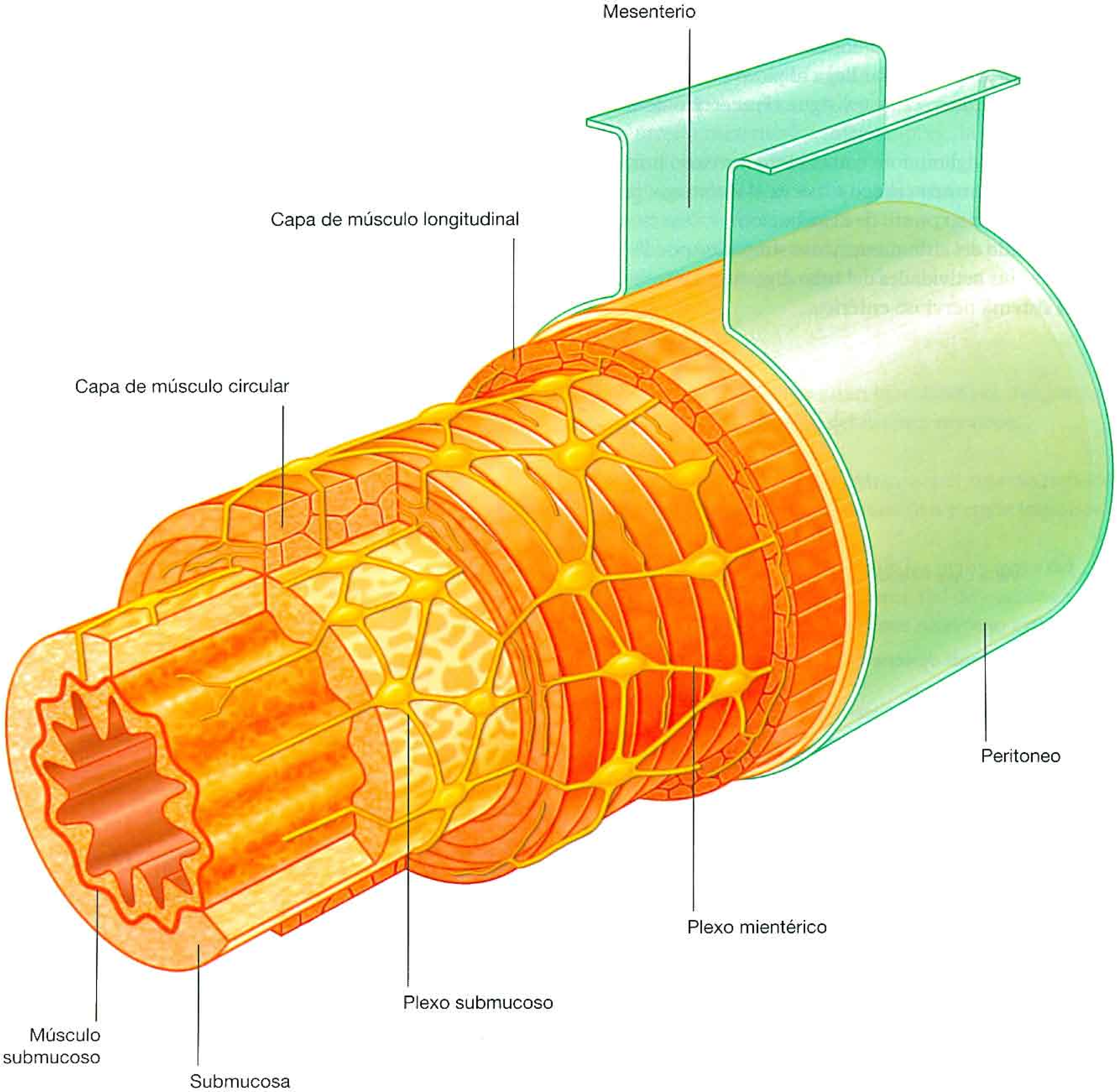


Fig. 4. 112 El sistema entérico.

- El ramo comunicante blanco, que lleva la fibra preganglionar, se une al tronco simpático.
- En el tronco simpático, la fibra preganglionar no hace sinapsis sino que recorre el tronco y entra en el nervio esplácnico mayor.
- El nervio esplácnico mayor pasa los pilares del diafragma y llega al ganglio celíaco.
- En el ganglio celíaco, la fibra preganglionar hace sinapsis con una neurona posganglionar.
- La neurona posganglionar llega al plexo nervioso que rodea al tronco celíaco y sigue el recorrido de sus ramas.
- La fibra posganglionar va con el plexo nervioso junto a las ramas del tronco celíaco e inerva el estómago, para llegar al final a su punto de distribución.
- Este estímulo del sistema nervioso simpático puede modificar las actividades del tubo digestivo controladas por el sistema nervioso entérico.

REGIÓN POSTERIOR DEL ABDOMEN

La región posterior del abdomen está situada por detrás de la porción abdominal del tubo digestivo, del bazo y del páncreas (fig. 4.113). Esta zona, delimitada por huesos y músculos que forman la pared posterior del abdomen, contiene muchas estructuras directamente relacionadas con la actividad del contenido abdominal y que utilizan esta zona como conducto a su paso de una región del cuerpo a otra, como la aorta abdominal y los plexos nerviosos relacionados, la vena cava inferior, los troncos simpáticos y los linfáticos. Existen otras estructuras que tienen su origen en esta zona, y que son críticas para el funcionamiento normal de otras regiones del cuerpo (p. ej., el plexo nervioso lumbar), y otros órganos que se relacionan con esta zona durante su desarrollo y permanecen en ella en el adulto (p. ej., los riñones y glándulas suprarrenales).

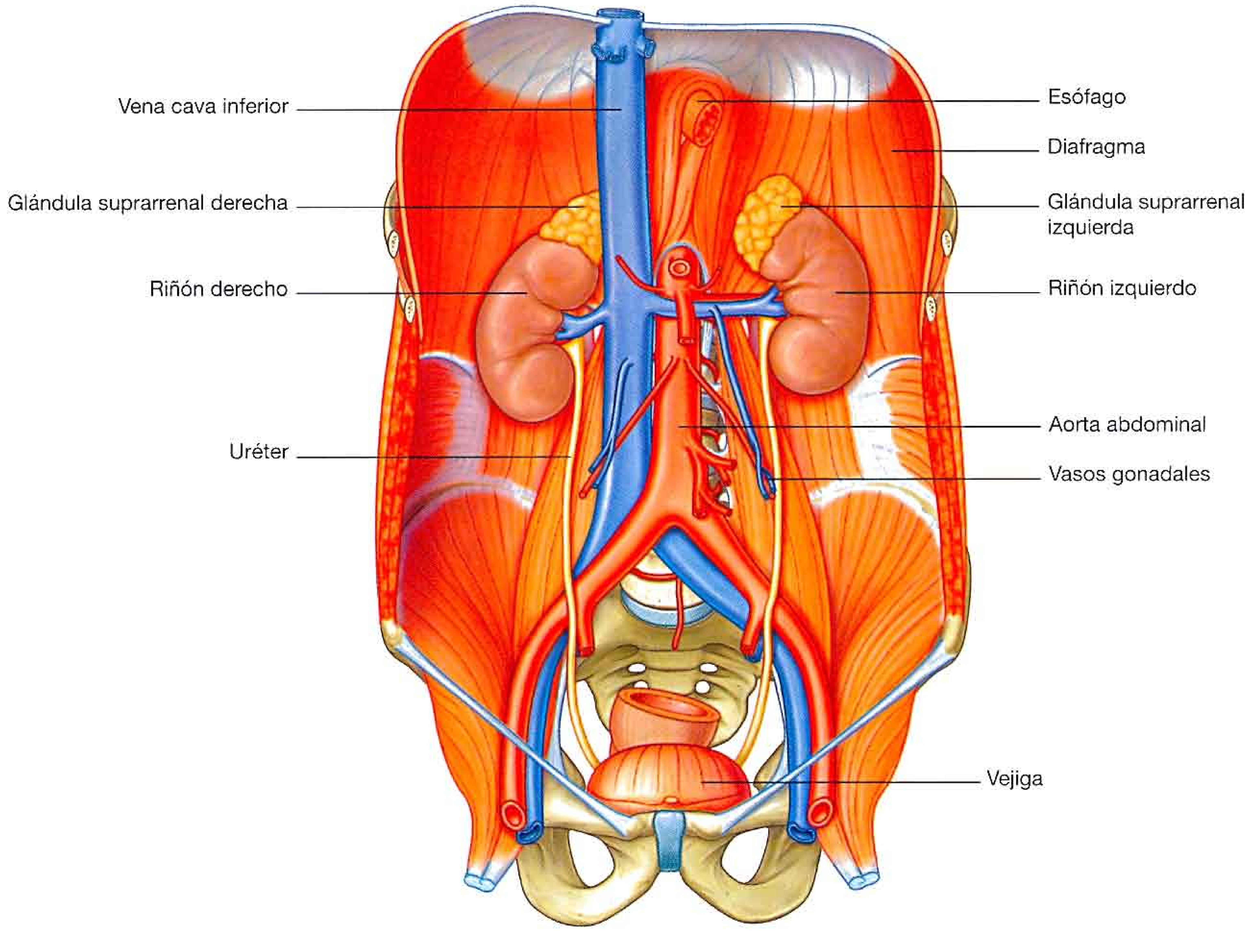


Fig. 4.113 Región posterior del abdomen.

Pared posterior del abdomen

Huesos

Vértebras lumbares y sacro

Los cuerpos de las cinco vértebras lumbares se proyectan en la línea media de la zona posterior del abdomen (fig. 4.114). La curvatura secundaria (convexidad hacia delante) que forma la región lumbar de la columna vertebral hace que estas estructuras sean prominentes.

Las vértebras lumbares se diferencian de las cervicales y torácicas por su tamaño. Son mucho más grandes que las vértebras del resto de las regiones. Los cuerpos vertebrales son muy grandes y aumentan de tamaño progresivamente desde L1 a L4. Los pedículos son cortos y macizos, las apófisis transversas largas y delgadas, y las apófisis espinosas largas y finas. Las apófisis articulares son grandes y están orientadas hacia la cara interna y la lateral, lo que facilita la flexión y extensión de esta parte de la columna vertebral.

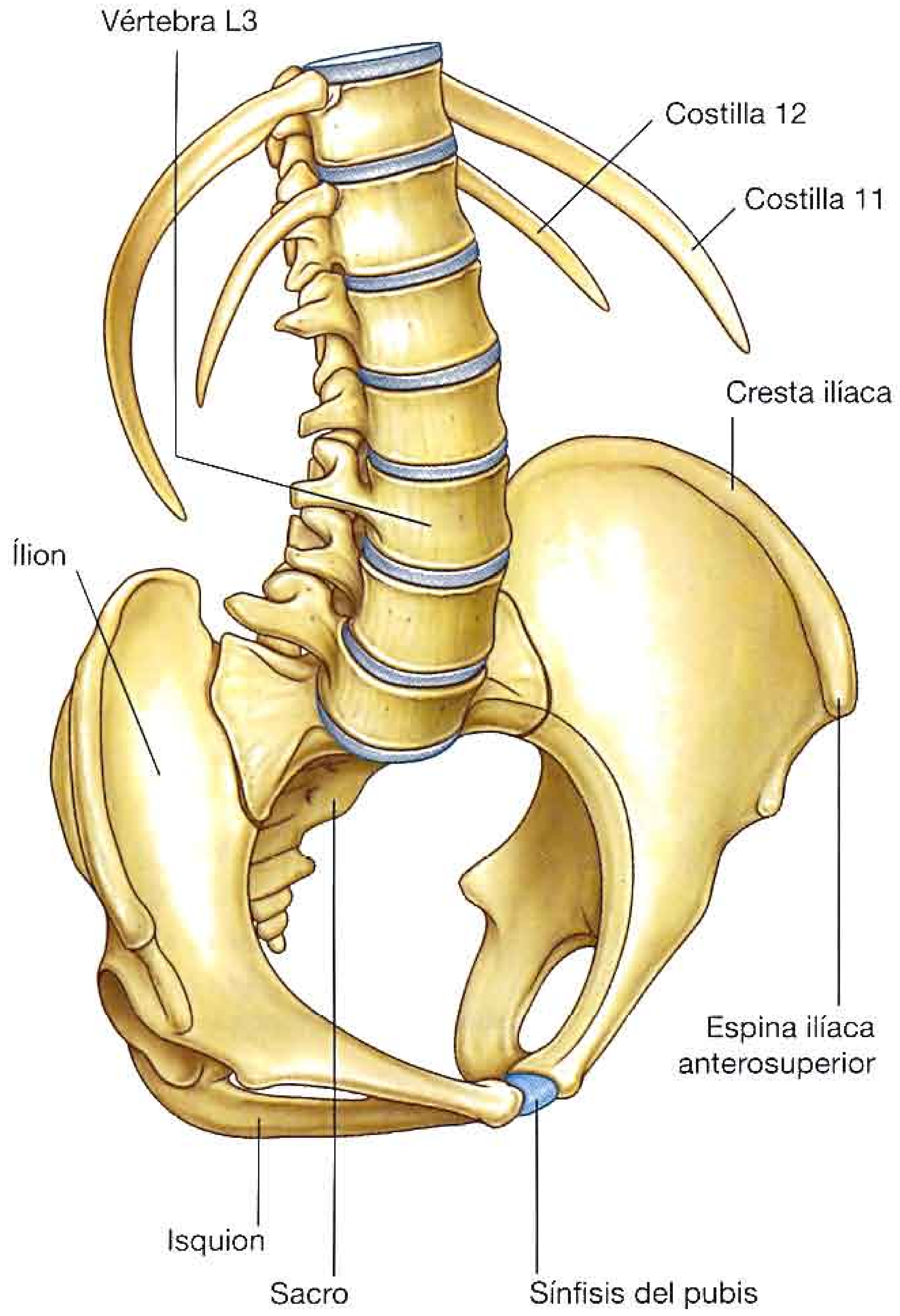


Fig. 4.114 Huesos de la pared posterior del abdomen.

Entre las vértebras lumbares están los discos intervertebrales, que completan esta parte de la línea media de la pared posterior del abdomen.

La línea media de la pared posterior del abdomen por debajo de las vértebras lumbares la forma el borde superior del sacro (fig. 4.114). El sacro es el resultado de la fusión de las cinco vértebras sacras en un hueso único, en forma de cuña con la parte superior ancha y que se estrecha inferiormente. La cara anterior cóncava y la posterior convexa presentan orificios sacros anteriores y posteriores por los que pasan las ramas anteriores y posteriores de los nervios espinales.

Huesos de la pelvis

Los iliones (o huesos ilíacos), uno a cada lado, se articulan a los lados del sacro en las articulaciones sacroilíacas (fig. 4.114). La parte superior del ilion forma hacia arriba la fosa ilíaca, una zona delgada en forma de ala. La cara interna del ílion y los músculos relacionados forman parte de la pared posterior del abdomen.

Costillas

Superiormente las costillas 11 y 12 completan el marco óseo de la pared posterior del abdomen (fig. 4.114). Estas costillas se diferencian del resto en que no se articulan con el esternón, tienen en la cabeza una sola cara articular y no tienen cuello ni tubérculos.

La costilla 11 es posterior a la porción superior del riñón izquierdo, y la costilla 12 es posterior a la porción superior de ambos riñones. En la costilla 12 se insertan muchos músculos y ligamentos.

Músculos

Los músculos que forman los límites interno, lateral, inferior y superior de la región posterior del abdomen, rellenan el marco óseo de la pared posterior del abdomen (tabla 4.2). En la parte interna están los músculos psoas mayor y menor, en la parte lateral el músculo cuadrado de los lomos, en la parte inferior el músculo ilíaco, y en la parte superior está el diafragma.

Psoas mayor y menor

Los músculos psoas mayor cubren la superficie anterolateral de los cuerpos de las vértebras lumbares, ocupando el espacio entre los cuerpos vertebrales y las apófisis transversas (fig. 4.115). Este músculo sale de los cuerpos de la vértebra T12 y de las cinco vértebras lumbares, de sus discos intervertebrales, y de las apófisis transversas de las vértebras lumbares. Después de pasar el borde de la pelvis, continúa inferiormente en la parte anterior del muslo, inferior al ligamento inguinal, y se inserta en el trocánter menor del fémur.

Tabla 4.2 Músculos de la pared posterior del abdomen

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Psoas mayor	Cara lateral de los cuerpos vertebrales T12 y L1 a L5, apófisis transversas de las vértebras lumbares, y discos intervertebrales entre T12 y L1 a L5	Trocánter menor del fémur	Ramos anteriores de L1 a L3	Flexión del muslo en la cadera
Psoas menor	Cara lateral de los cuerpos vertebrales T12 y L1 y los discos intervertebrales correspondientes	Línea pectínea del reborde pélvico y eminencia iliopúbica	Ramos anteriores de L1	Flexor débil de la columna vertebral
Cuadrado de los lomos	Apófisis transversa de la vértebra L5, ligamento iliolumbar y cresta ilíaca	Apófisis transversas de las vértebras L1 a L4 y borde inferior de la costilla 12	Ramos anteriores de T12 y L1 a L4	Baja y estabiliza la costilla 12, y algo de flexión lateral del tronco
Ilíaco	Dos tercios superiores de la fosa ilíaca, ligamentos sacroilíaco anterior e iliolumbar y superficie lateral y superior del sacro	Trocánter menor del fémur	Nervio femoral (L2 a L4)	Flexión del muslo en la cadera

El músculo psoas mayor flexiona el muslo sobre la cadera cuando el tronco está estabilizado y flexiona el tronco contra la gravedad en posición supina. Está inervado por los ramos anteriores de los nervios L1 a L3.

El músculo **psoas menor**, que puede estar ausente, está relacionado con el psoas mayor. Cuando existe, está sobre la superficie del psoas mayor, y sale de las vértebras T12 y L1 y su disco intervertebral; tiene un tendón largo que se inserta en la línea pectínea del borde pélvico y en la eminencia iliopúbica.

El psoas menor es un flexor débil de la columna vertebral, y está inervado por ramos anteriores del nervio L1.

Cuadrado de los lomos

A los lados, el músculo cuadrado de los lomos llena el espacio entre la costilla 12 y la cresta ilíaca a ambos lados de la columna vertebral (fig. 4.115). El psoas mayor se superpone en la parte interna; a lo largo de sus bordes laterales están los músculos transversos del abdomen.

El cuadrado de los lomos sale de las apófisis transversas de la vértebra L5, del ligamento iliolumbar, y de la porción contigua de la cresta ilíaca. La inserción superior del músculo está en las apófisis transversas de las cuatro primeras vértebras lumbares y en el borde inferior de la costilla 12.

Los músculos cuadrados de los lomos bajan y estabilizan la costilla 12 y contribuyen a la flexión lateral del tronco. Cuando actúan juntos, extienden la porción lumbar de la columna vertebral. Están inervados por los ramos anteriores de los nervios raquídeos T12 y L1 a L4.

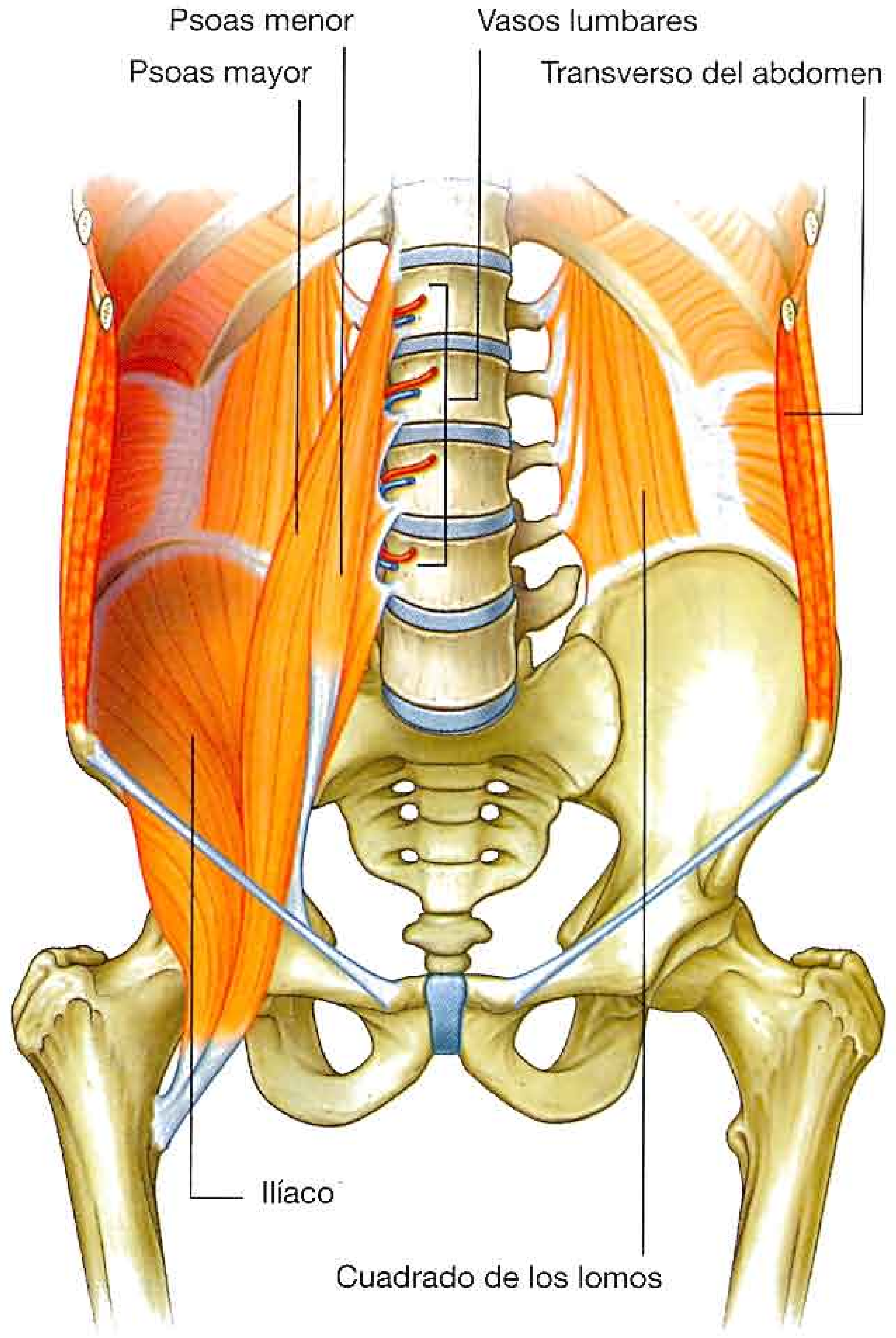


Fig. 4.115 Músculos de la pared posterior del abdomen.

Ilíaco

En la parte inferior, el músculo **ilíaco** ocupa la fosa ilíaca a ambos lados (fig. 4.115). Desde este extenso origen en toda la fosa ilíaca, se dirige inferiormente, se une al músculo psoas mayor y se inserta en el trocánter menor del fémur. La unión de estos dos músculos a su paso por el muslo recibe el nombre de músculo **iliopsoas.**

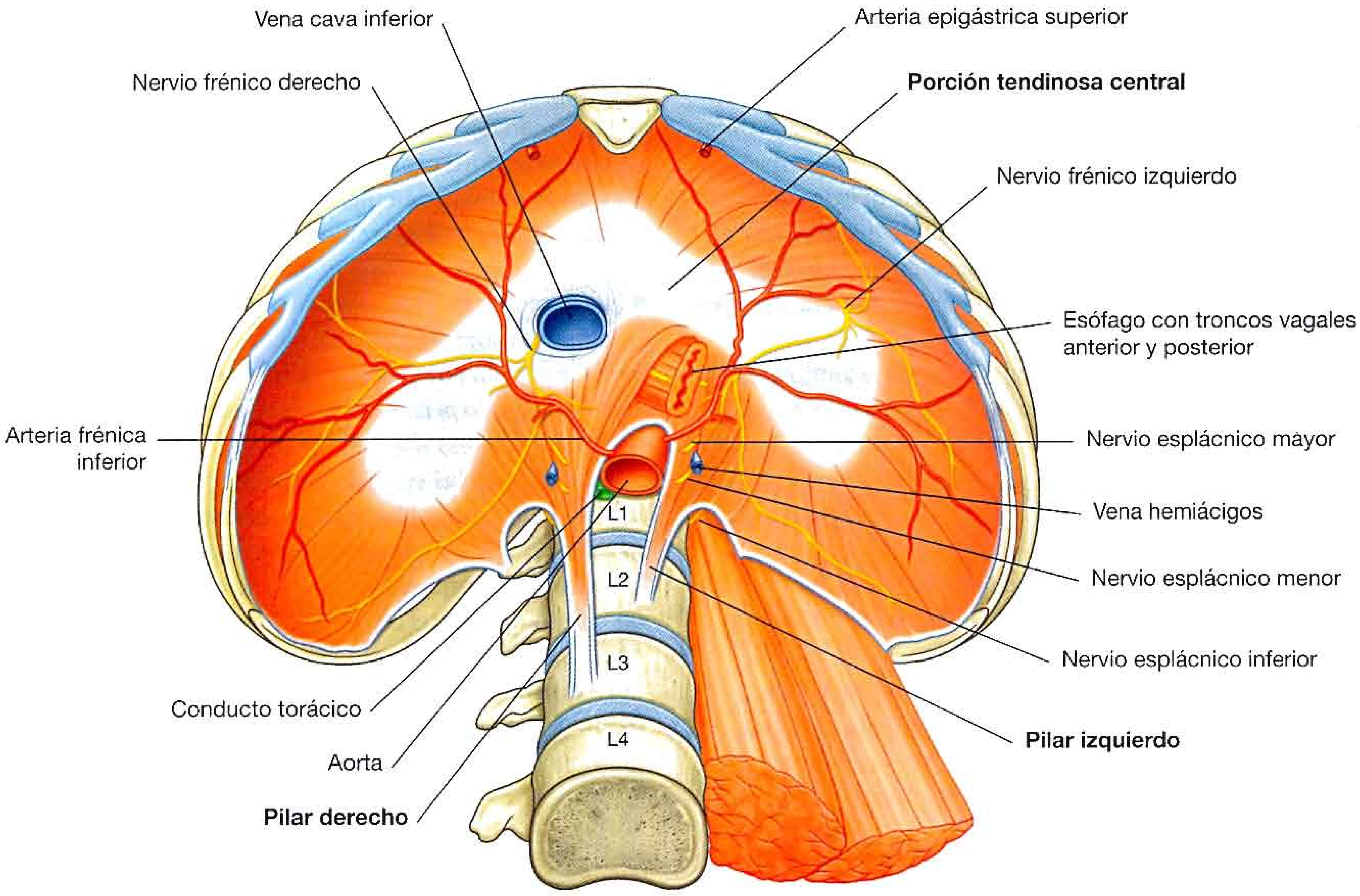


Fig. 4.116 Diafragma.

Al igual que el músculo psoas mayor, el ilíaco flexiona el muslo sobre la cadera cuando el tronco está estabilizado y flexiona el tronco contra la gravedad en posición supina. Está inervado por ramos del nervio femoral.

Diafragma

En la parte superior, el diafragma es el límite de la región posterior del abdomen. Esta hoja musculotendinosa también separa la cavidad abdominal de la cavidad torácica.

El diafragma tiene una parte central tendinosa donde se insertan las fibras musculares dispuestas en círculo (fig. 4.116). El diafragma está anclado a las vértebras lumbares por pilares musculotendinosos que se mezclan con los ligamentos longitudinales anteriores de la columna vertebral:

- El **pilar derecho** es el más largo y ancho y se inserta en los cuerpos de las vértebras L1 a L3, y los discos intervertebrales correspondientes (fig. 4.117).
- El **pilar izquierdo**, de forma similar, se inserta en las vértebras L1 y L2 y los discos intervertebrales correspondientes.

Los pilares están conectados a través de la línea media por un arco tendinoso (el **ligamento arqueado medio**), que va por delante de la aorta (fig. 4.117).

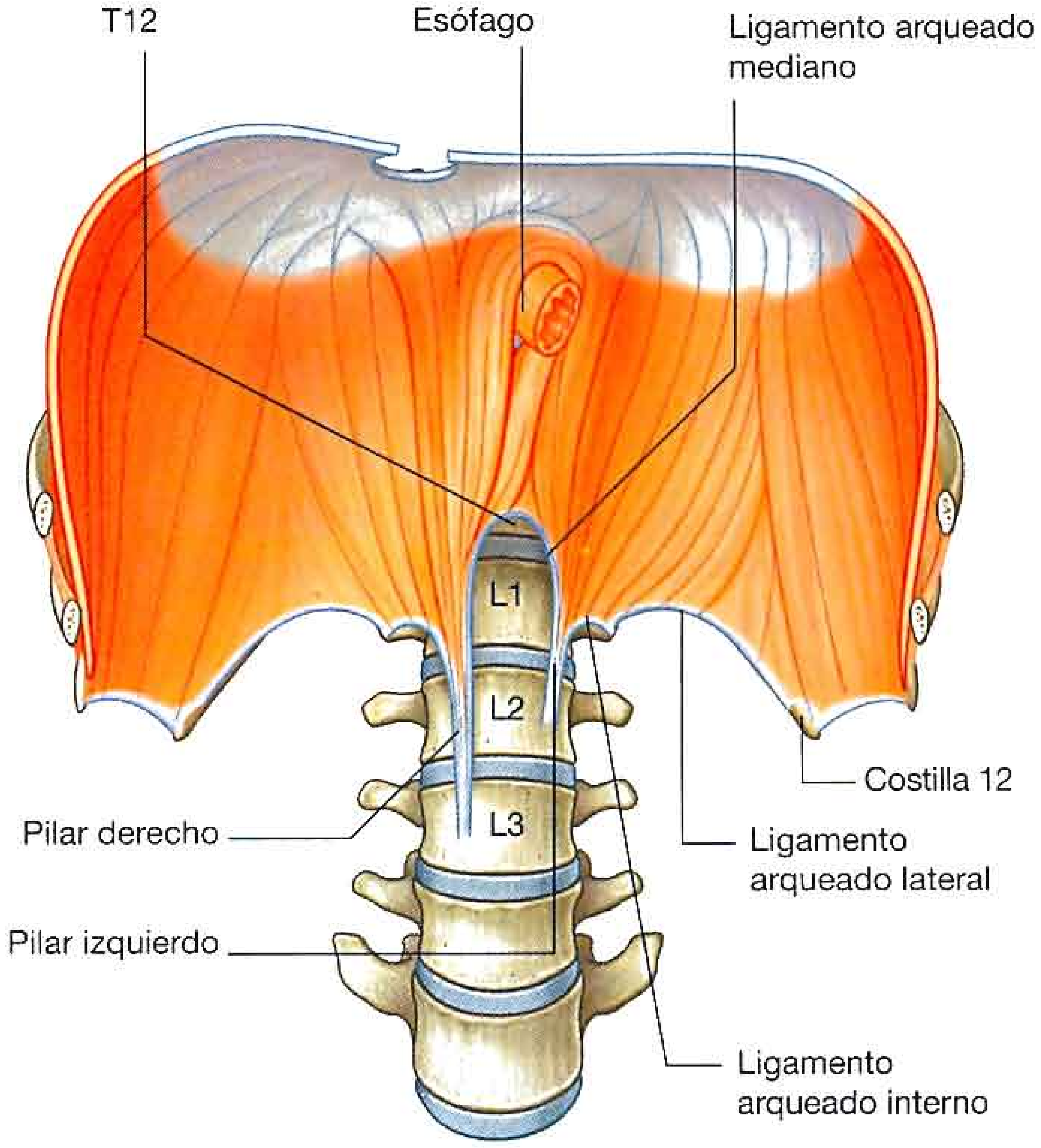


Fig. 4.117 Pilares del diafragma.

A los lados de los pilares, la fascia que cubre el músculo psoas mayor forma un segundo arco tendinoso. Es el **ligamento arqueado interno,** que se inserta en los lados de las vértebras L1 y L2 en la parte interna, y en las apófisis transversas de L1 en la parte lateral (fig. 4.117).

El tercer arco tendinoso, el **ligamento arqueado lateral,** está formado por un engrosamiento de la fascia que cubre el cuadrado de los lomos. Se inserta en la apófisis transversa de la vértebra L1 por dentro, y en la costilla 12 a los lados (fig. 4.117).

Algunas partes musculares del diafragma tienen su origen en los ligamentos arqueados interno y lateral.

Estructuras que atraviesan el diafragma o sus alrededores

A través del diafragma o alrededor de él pasan muchas estructuras (fig. 4.116):

- La aorta pasa posterior al diafragma y anterior a los cuerpos vertebrales en el límite inferior de la vértebra T12, entre los dos pilares del diafragma y por detrás del ligamento arqueado lateral, inmediatamente a la izquierda de la línea media.
- El conducto torácico, y en ocasiones la vena ácigos acompañan a la aorta a través del hiato aórtico.
- El esófago cruza el diafragma a través de la musculatura del pilar derecho a nivel de la vértebra T10, justo a la izquierda del hiato aórtico.
- Los troncos vagales anterior y posterior, las ramas esofágicas de la arteria y vena gástrica izquierda, y algunos vasos linfáticos acompañan al esófago en el hiato esofágico.
- El tercer orificio en el diafragma es la abertura de la cava, por la que pasa la vena cava de la cavidad abdominal a la torácica (fig. 4.116), en la porción tendinosa central del diafragma, aproximadamente en la vértebra T8.
- El nervio frénico derecho pasa con la vena cava.

Otras estructuras que pasan por orificios menores en el diafragma o fuera de él, de la cavidad torácica a la cavidad abdominal son (fig. 4.116):

- Los nervios esplácnicos mayor y menor pasan a través de los pilares en los dos lados.
- La vena hemiácigos pasa a través del pilar izquierdo.
- Los troncos simpáticos pasan posterior al ligamento arqueado interno, por los dos lados.
- Los vasos epigástricos superiores pasan por delante del diafragma, justo inferior a las costillas.
- Otros vasos y nervios (p. ej., los vasos musculofrénicos y los nervios intercostales) cruzan el diafragma por diferentes puntos.

Cúpulas

La imagen típica de las cúpulas diafragmáticas derecha e izquierda se debe a la presión que ejerce el contenido abdominal hacia arriba en estas zonas, y al pericardio fibroso, que al estar insertado en el centro, produce un aplanamiento del diafragma en esa zona (fig. 4.118).

Las cúpulas están formadas:

- La derecha por el hígado, y en menor grado el riñón y la glándula suprarrenal.
- La izquierda por el fundus gástrico y el hígado, y en menor grado el riñón y la glándula suprarrenal.

La altura de las cúpulas varía con la respiración, pero en la espiración normal la cúpula izquierda está en el quinto espacio intercostal y la cúpula derecha en la quinta costilla.

Durante la inspiración normal se contrae la parte muscular del diafragma y el centro tendinoso del diafragma desciende. Como resultado de esto, las cúpulas se aplanan y aumenta la cavidad torácica y disminuye la presión intratorácica. El efecto fisiológico de estos cambios es la entrada de aire en los pulmones y el aumento del retorno venoso.

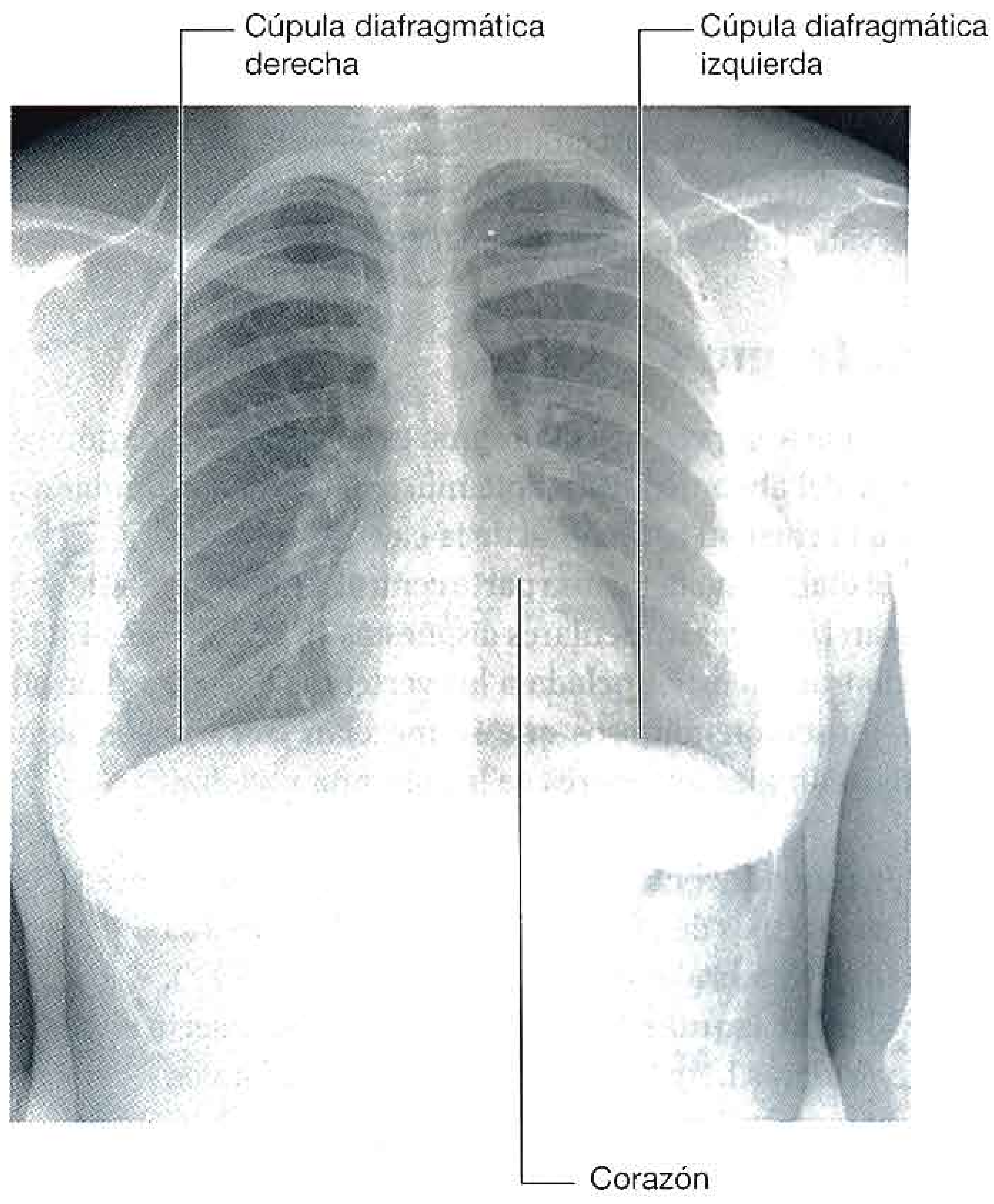


Fig. 4.118 Cúpulas diafragmáticas derecha e izquierda. Radiografía de tórax.

Vascularización

El diafragma está irrigado tanto en su superficie superior como en la inferior:

- Las **arterias musculofrénica** y **pericardiofrénica**, ramas de la **arteria mamaria interna**, y la **arteria frénica superior**, rama de la **aorta torácica**, irrigan la cara superior.
- Las **arterias frénicas inferiores**, ramas de la **aorta abdominal**, irrigan la cara inferior (fig. 4.116).

Acompañando a estas arterias discurren venas que realizan el drenaje venoso.

Inervación

La inervación del diafragma procede fundamentalmente de los **nervios frénicos**. Estos proceden de los niveles medulares C3 a C5, y se encargan de la inervación motora del diafragma y de recoger la sensibilidad de su parte central. Discurren por la cavidad torácica, entre la pleura mediastínica y el pericardio hasta la superficie superior del diafragma. En este punto, el nervio frénico derecho cruza el diafragma junto a la vena cava inferior y el nervio frénico izquierdo lo hace en solitario (fig. 4.116). Los nervios intercostales aportan fibras sensitivas a las zonas periféricas del diafragma.

Conceptos prácticos

Absceso del músculo psoas

A primera vista, es difícil apreciar la importancia de la cubierta muscular del psoas sobre la importancia de otras cubiertas musculares. El músculo psoas y su cubierta salen de la columna vertebral y de los discos intervertebrales. Este origen discal es de gran importancia. Algunas infecciones tienen predilección por el disco intervertebral (p. ej., tuberculosis y discitis por salmonella). Al evolucionar la infección del disco, se disemina en sentido anterior y anterolateral. En situación anterolateral, la infección penetra en la cubierta del psoas, se extiende por el músculo y su cubierta y puede aparecer por debajo del ligamento inguinal como una masa.

Conceptos prácticos

Hernias diafragmáticas

Para entender el origen de las hernias diafragmáticas, hay que tener en cuenta la embriología del diafragma.

El diafragma está formado por cuatro estructuras: el septum transversum, el mesenterio esofágico posterior, la membrana pleuroperitoneal y el borde periférico, que acaban por fusionarse separando la cavidad abdominal de la torácica. El septum transversum forma el centro tendinoso, que evoluciona desde un origen mesodérmico frente a la cabeza del embrión y más adelante se desplaza a una posición más adulta al formarse el pliegue de la cabeza.

La unión de las diferentes partes del diafragma puede fallar, y las hernias aparecen en las zonas de fusión. La localización más frecuente es:

- Entre la apófisis xifoides y el reborde costal en el lado derecho (hernia de Morgagni).
- A través del defecto en el canal pleuroperitoneal posterior izquierdo (hernia de Bochdaleck).

También pueden aparecer hernias a través del centro tendinoso y de un hiato esofágico congénitamente ancho.

Las hernias de Morgagni y de Bochdaleck suelen presentarse en el nacimiento en los primeros meses de vida. El intestino penetra en la cavidad torácica, los pulmones quedan comprimidos, y disminuye la capacidad respiratoria. La mayoría de estas hernias necesitan una reparación quirúrgica del defecto diafragmático.

En ocasiones los defectos pequeños no dejan pasar el intestino pero permiten el paso de líquido. En esta situación, los pacientes con ascitis pueden presentar derrame pleural, mientras que los pacientes con derrame pleural pueden desarrollar ascitis.

Conceptos prácticos

Hernia de hiato

En el hiato esofágico el diafragma puede ser laxo, dejando pasar el fundus gástrico al mediastino posterior (fig. 4.119). Generalmente esto produce síntomas de reflujo ácido. Pueden producirse úlceras que ocasionan hemorragia y anemia. El diagnóstico se hace habitualmente por exploraciones con bario o endoscopia. El tratamiento de entrada es médico, pero puede estar indicada la cirugía.

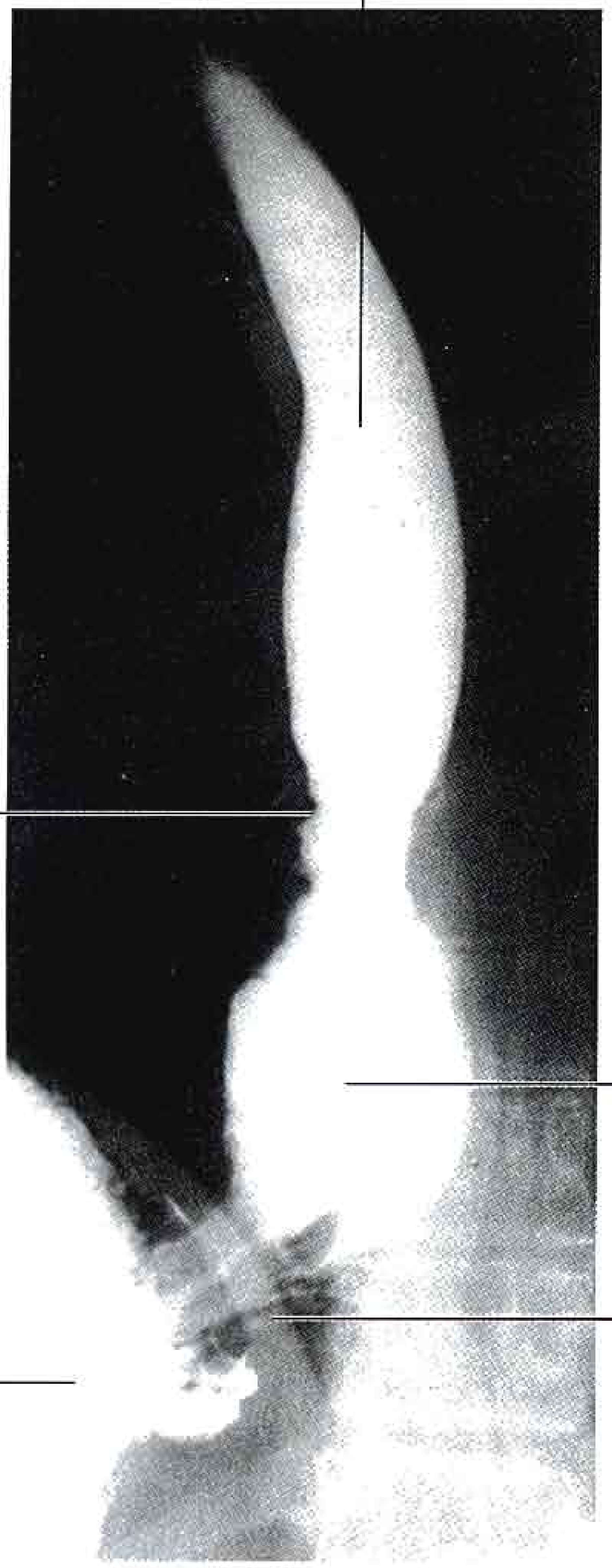


Fig. 4.119 Esófago inferior y estómago superior donde se observa una hernia de hiato. Radiografía con bario.

Vísceras

Riñones

Los riñones, en forma de alubia, son retroperitoneales en la región posterior del abdomen (fig. 4.120). Están situados en el tejido conjuntivo retroperitoneal, junto a la columna vertebral. En decúbito supino, los riñones van de la vértebra T12 superiormente a la vértebra L3 inferiormente, siendo el riñón derecho un poco más bajo que el izquierdo por su relación con el hígado. Aunque tienen un tamaño y forma parecidos, el riñón izquierdo es discretamente más largo y estrecho que el derecho, y está más cerca de la línea media.

Relaciones con otras estructuras

La cara anterior del riñón derecho se relaciona con muchas estructuras, algunas separadas del riñón por una capa de peritoneo, y otras en contacto directo con él (fig. 4.121):

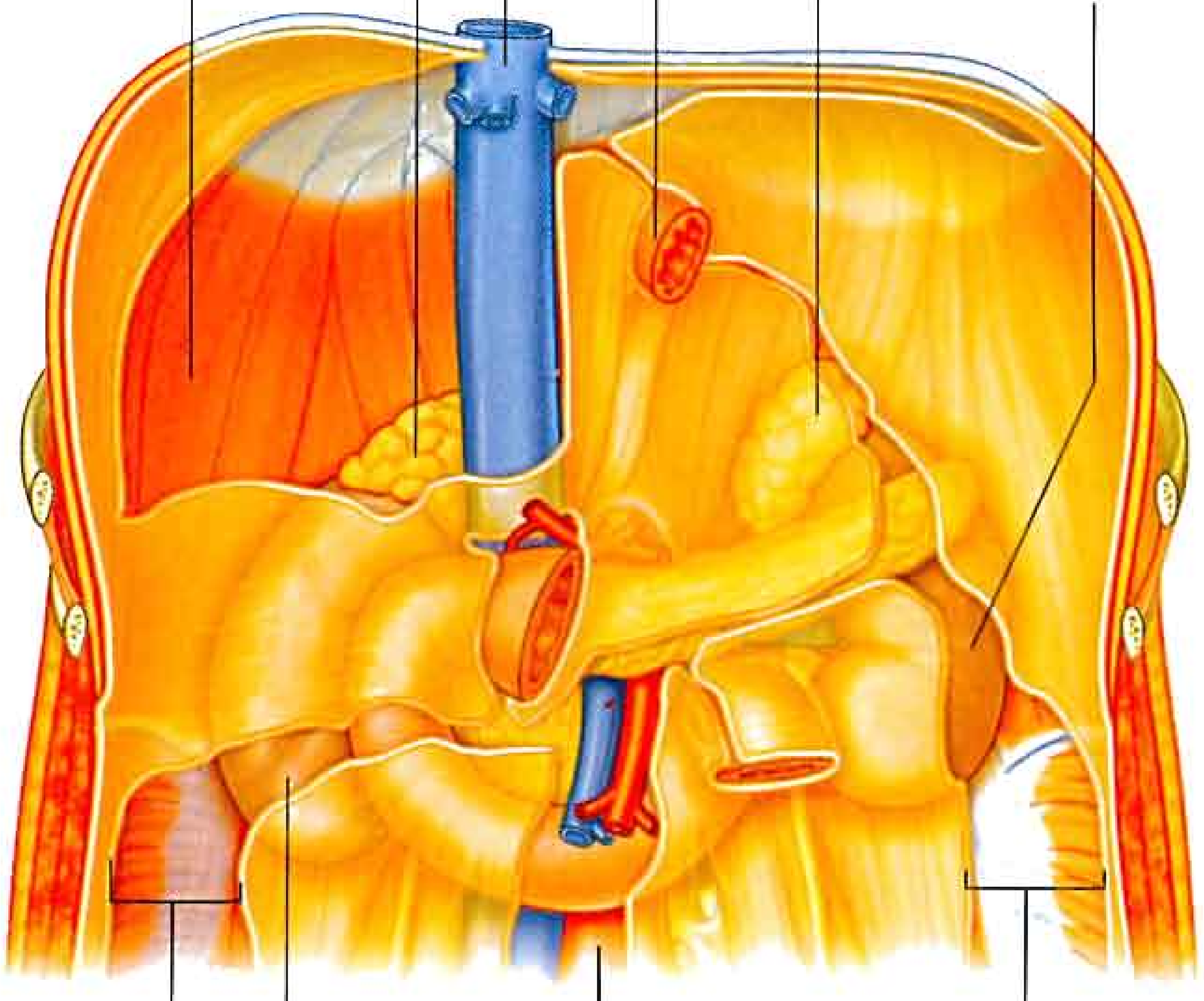


Fig. 4.120 Situación retroperitoneal de los riñones en la región posterior del abdomen.

- La glándula suprarrenal derecha cubre una pequeña porción del **polo superior.**
- Hacia abajo, gran parte de la **cara anterior** está en contacto con el hígado y separada de él por una capa de peritoneo.
- En la parte interna, la porción descendente del duodeno es retroperitoneal y está en contacto con el riñón.
- La cara lateral del **polo inferior** renal está en contacto con el ángulo cólico derecho, y la cara interna está cubierta por una porción de intestino delgado intraperitoneal.

La cara anterior del riñón derecho también se relaciona con muchas estructuras, unas separadas por peritoneo y otras en contacto directo con el riñón (fig. 4.121):

- La glándula suprarrenal izquierda cubre una pequeña porción del polo superior en la cara interna.
- El resto del polo superior está cubierto por el estómago intraperitoneal y el bazo.
- Inferiormente, el páncreas retroperitoneal cubre la porción media del riñón.
- La mitad inferior de la cara lateral del riñón está cubierta por el ángulo cólico izquierdo y el comienzo del colon descendente, y la cara interna por segmentos del yeyuno intraperitoneal.

Posteriormente, los dos riñones se relacionan con estructuras similares (fig. 4.122). Superiormente está el diafragma, e inferiormente, en dirección lateral e interna, se encuentran los músculos psoas mayor, cuadrado de los lomos y transverso del abdomen.

El polo superior del riñón derecho es anterior a la costilla 12, y el del izquierdo anterior a las costillas 11 y 12. La cavidad pleural, y en concreto los senos costodiafragmáticos son posteriores a los riñones.

Los vasos y nervios subcostales y los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal también pasan posteriormente a los riñones.

Grasa y fascia renales

Los riñones están envueltos por una estructura única de fascia y grasa y en contacto con ella. Inmediatamente por fuera de la cápsula renal, se encuentra un acúmulo de grasa extraperitoneal, **la cápsula adiposa** que rodea completamente al riñón (fig. 4.123). Englobando la cápsula adiposa hay una condensación membranosa de la fascia extraperitoneal **(fascia renal).** Las glándulas suprarrenales están también incluidas en este compartimiento fascial, habitualmente separadas de los riñones por un tabique delgado. *La fascia renal debe abrirse en cualquier intervención quirúrgica sobre este órgano.*

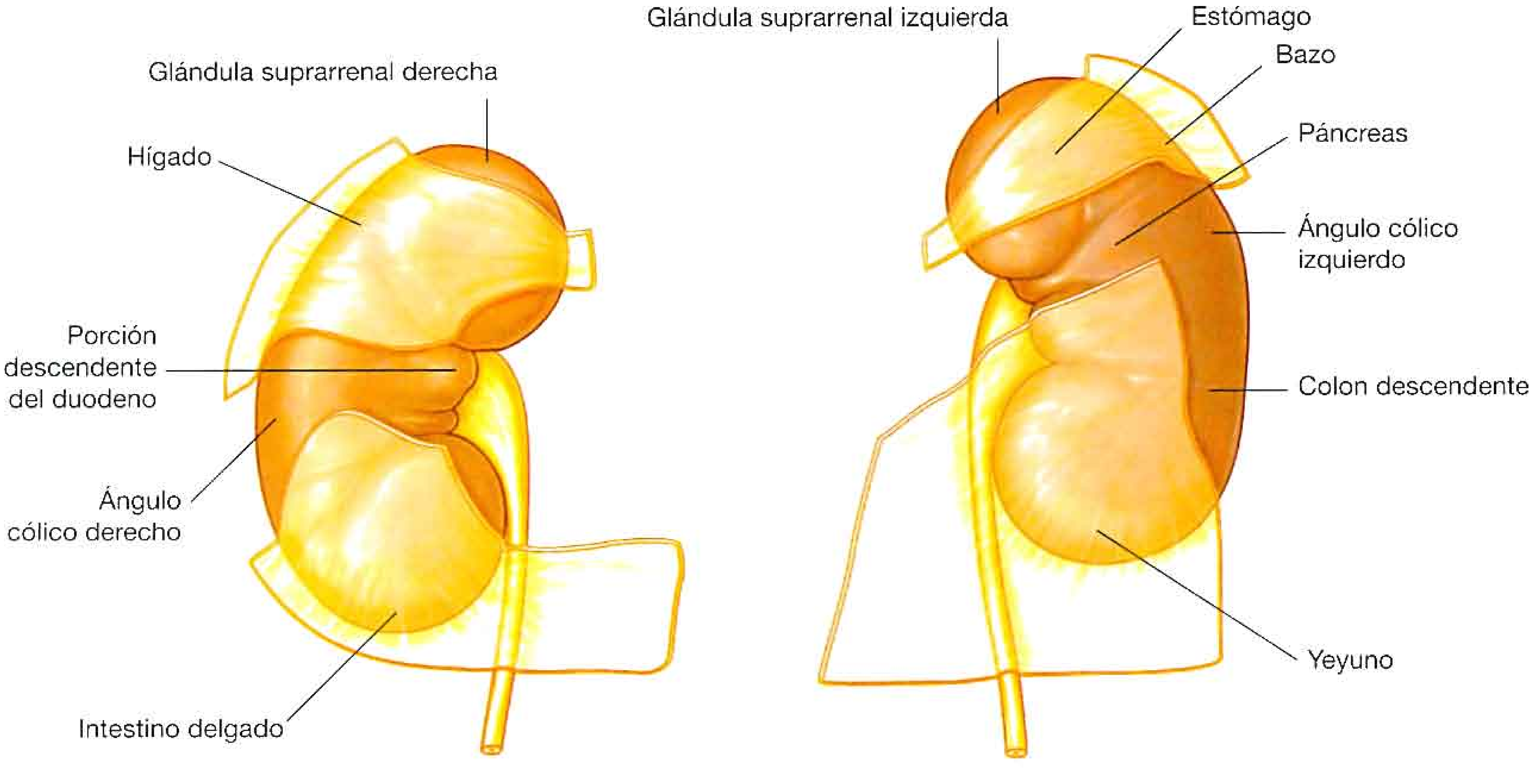


Fig. 4.121 Estructuras relacionadas con la superficie anterior de los riñones.

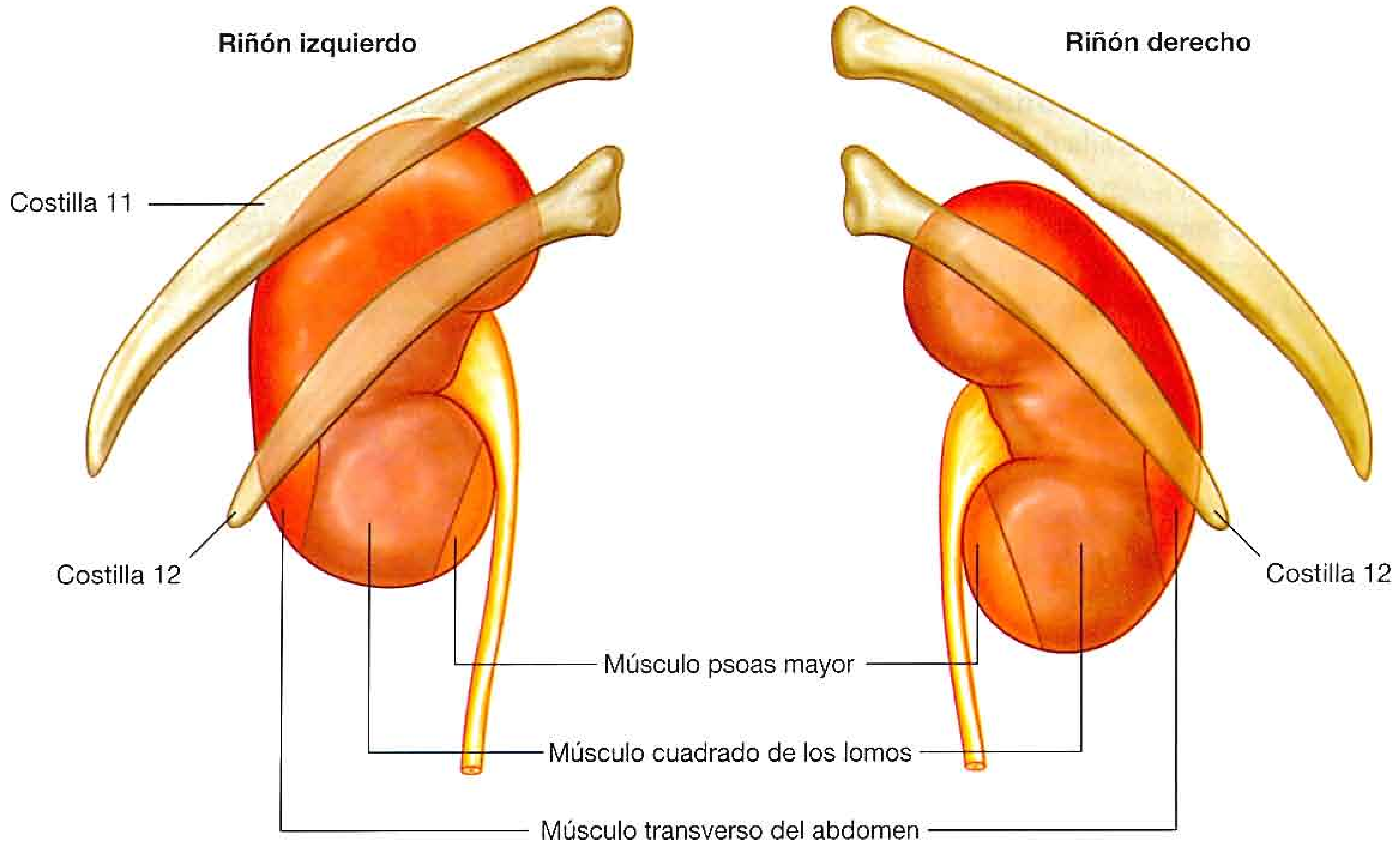


Fig. 4.122 Estructuras relacionadas con la superficie posterior de los riñones.

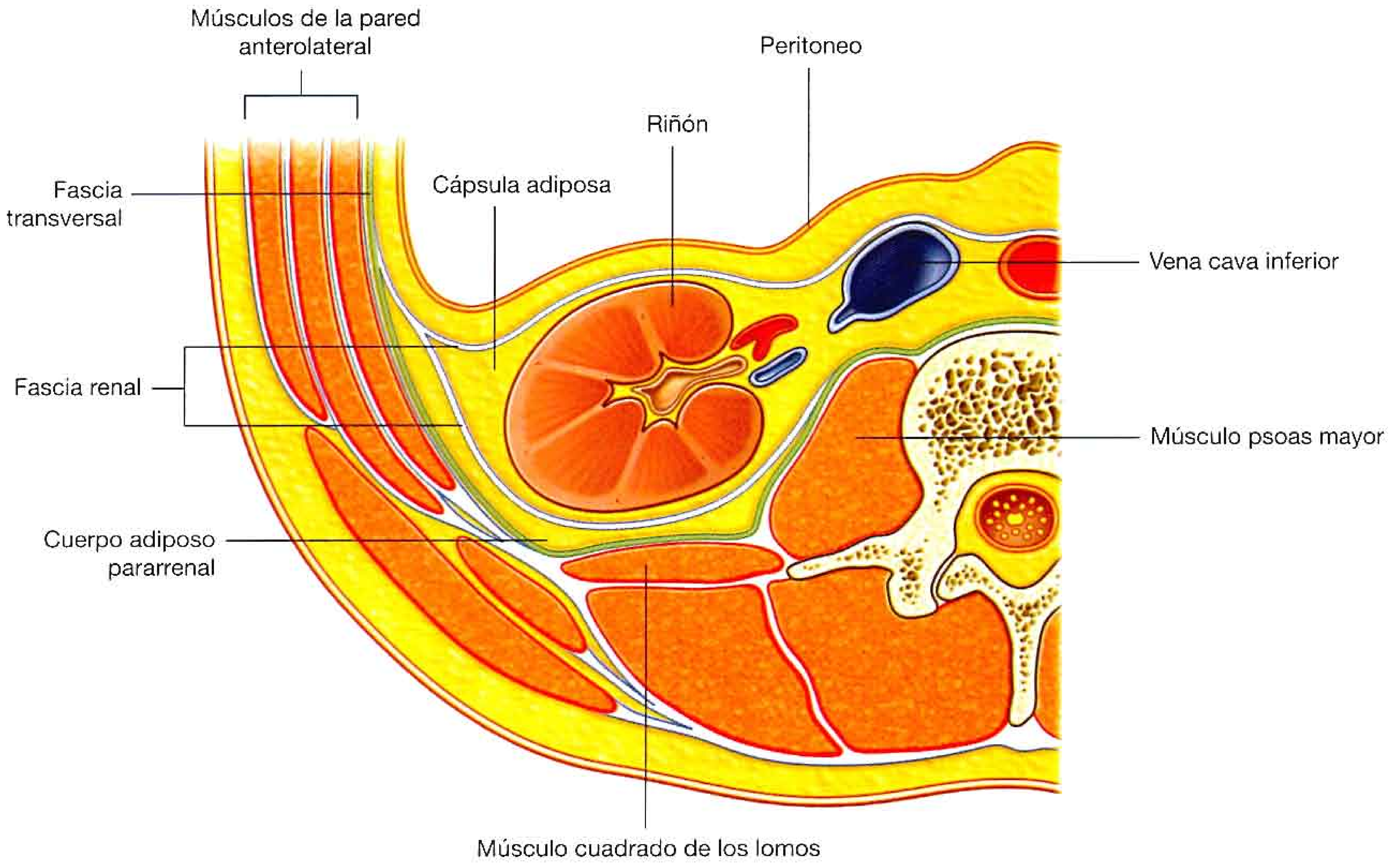


Fig. 4.123 Disposición de la grasa y las fascias en torno al riñón.

Las hojas anterior y posterior de la fascia renal se unen en el borde lateral de los riñones (fig. 4.123). Esta hoja puede unirse a la fascia transversal en la pared lateral del abdomen.

Superiormente las glándulas suprarrenales se unen las hojas anterior y posterior de la fascia renal y se confunden con la fascia que cubre el diafragma.

En la parte interna, la cara anterior de la fascia renal continúa con los vasos en el hilio, y se une al tejido conjuntivo relacionado con la aorta abdominal y la vena cava inferior (fig. 4.123) En algunos casos, esta cara anterior puede cruzar la línea media y fundirse con la del otro lado.

La hoja posterior de la fascia renal, pasa entre el riñón y la fascia que cubre el músculo cuadrado de los lomos hacia la parte interna, y se une con la fascia que cubre el músculo psoas mayor.

En la parte inferior, las dos hojas de la fascia renal cubren los uréteres.

Además de la cápsula adiposa y de la fascia renal, hay una capa más externa de grasa pararrenal **(cuerpo adiposo pararrenal)**, que completa las grasas y fascias del riñón (fig. 4.123). Esta grasa se dispone por detrás y a los lados de ambos riñones.

Arquitectura renal

Los riñones tienen una superficie lisa anterior y posterior cubierta por una cápsula fibrosa, que se despega fácilmente excepto en el riñón enfermo.

El **hilio renal** se sitúa en el borde interno de los riñones, y es una hendidura vertical por la que entran y salen del parénquima renal los vasos, linfáticos y nervios renales (fig. 4.124). El hilio se continúa internamente con el seno renal. La cápsula adiposa se introduce en el hilio y cálices renales y rodea todas las estructuras.

El riñón consta de una corteza renal externa y una médula renal interna. La **corteza renal** es una banda continua de tejido claro que rodea totalmente la médula renal. La corteza renal se prolonga **(columnas renales)** hacia la cara interna del riñón y divide la médula renal en conjuntos discontinuos de tejido de forma triangular **(pirámides renales).**

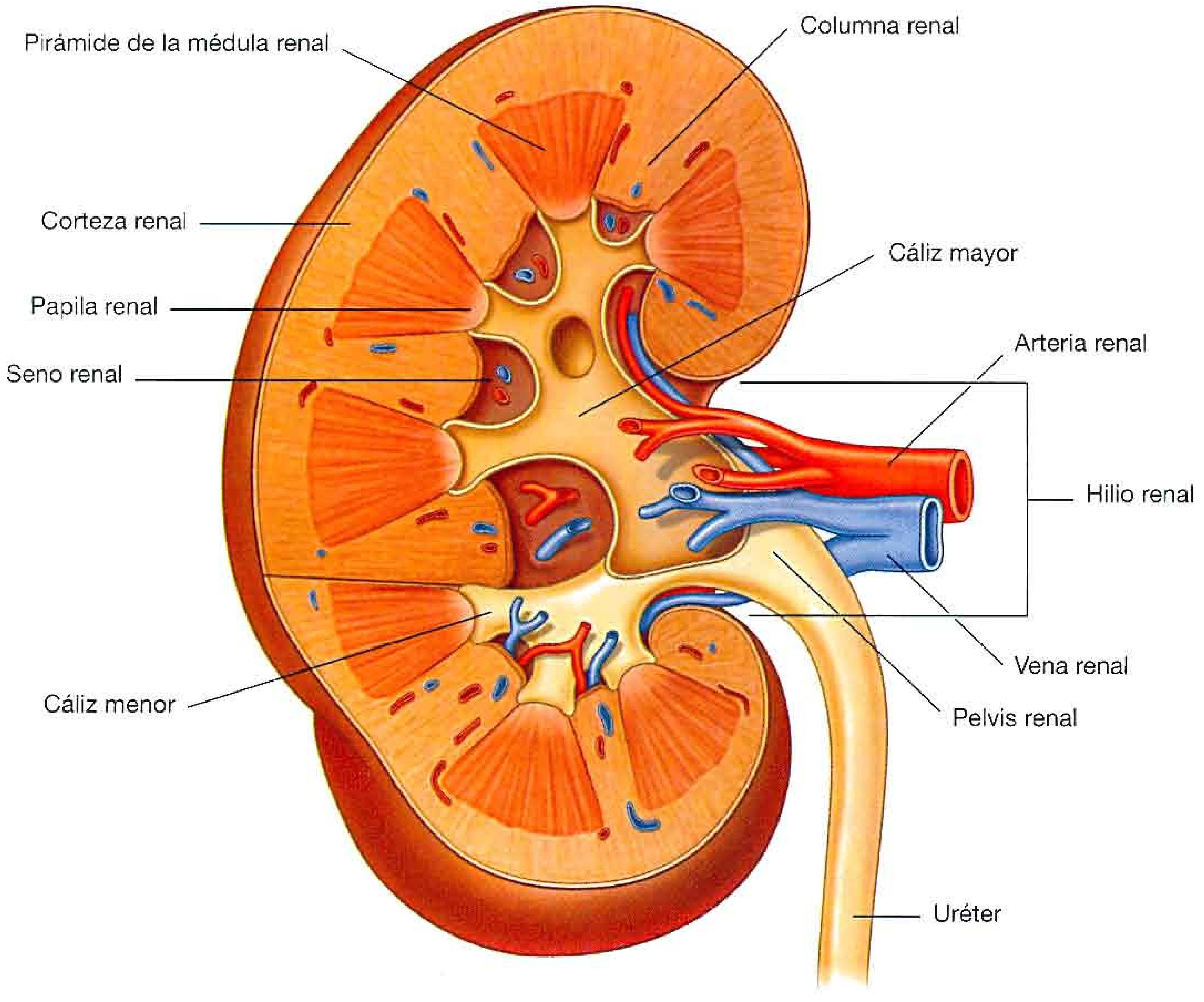


Fig. 4.124 Estructura interna del riñón.

Las bases de las pirámides renales miran a la corteza renal, y el vértice de cada pirámide apunta hacia dentro al **seno renal**. La proyección apical (papila renal) está rodeada por el **cáliz menor**.

Los cálices menores reciben orina y son las porciones proximales del conducto que formará el uréter (fig. 4.124). En el seno renal, varios cálices menores se unen y forman el **cáliz mayor**, y tres o cuatro cálices mayores confluyen en la **pelvis renal**, que es el extremo superior en forma de embudo de los uréteres.

Vasos y linfáticos renales

El riñón está irrigado por la **arteria renal**, rama lateral de la aorta abdominal. Habitualmente sale inmediatamente inferior al origen de la arteria mesentérica superior, entre las vértebras L1 y L2 (fig. 4.125). El origen de la **arteria renal izquierda** suele ser un poco más alto que el de la derecha, y la **arteria renal derecha** es más larga y pasa posterior a la vena cava inferior.

La arteria renal se divide cerca del hilio renal en ramas anterior y posterior, que irrigan el parénquima renal. Son frecuentes las arterias renales accesorias. Nacen en la cara lateral de la aorta abdominal, superior o inferiormente a la arteria renal primaria, entran en el hilio con la arteria primaria o entran directamente en el riñón por otro punto, y se las llama **arterias extrahiliares**.

Las **venas renales izquierda** y **derecha** se forman por la confluencia de múltiples venas renales. Van anterior a la arteria renal (fig. 4.125). *Es importante considerar que la vena renal izquierda, más larga, cruza la línea media por delante de la aorta abdominal y por detrás de la arteria mesentérica superior, un aneurisma de estos vasos puede comprimirla.*

El drenaje linfático de los riñones es hacia los **nódulos lumbares** alrededor del origen de la arteria renal.

Uréteres

Los uréteres son conductos musculares que transportan la orina de los riñones a la vejiga. Continúan con la pelvis renal en la parte superior, que es una estructura en forma de embudo en el seno renal. La pelvis renal se forma por la confluencia de dos o tres cálices mayores, que a su vez están formados por la confluencia de varios cálices menores (fig. 4.124). Los cálices menores rodean una papila renal.

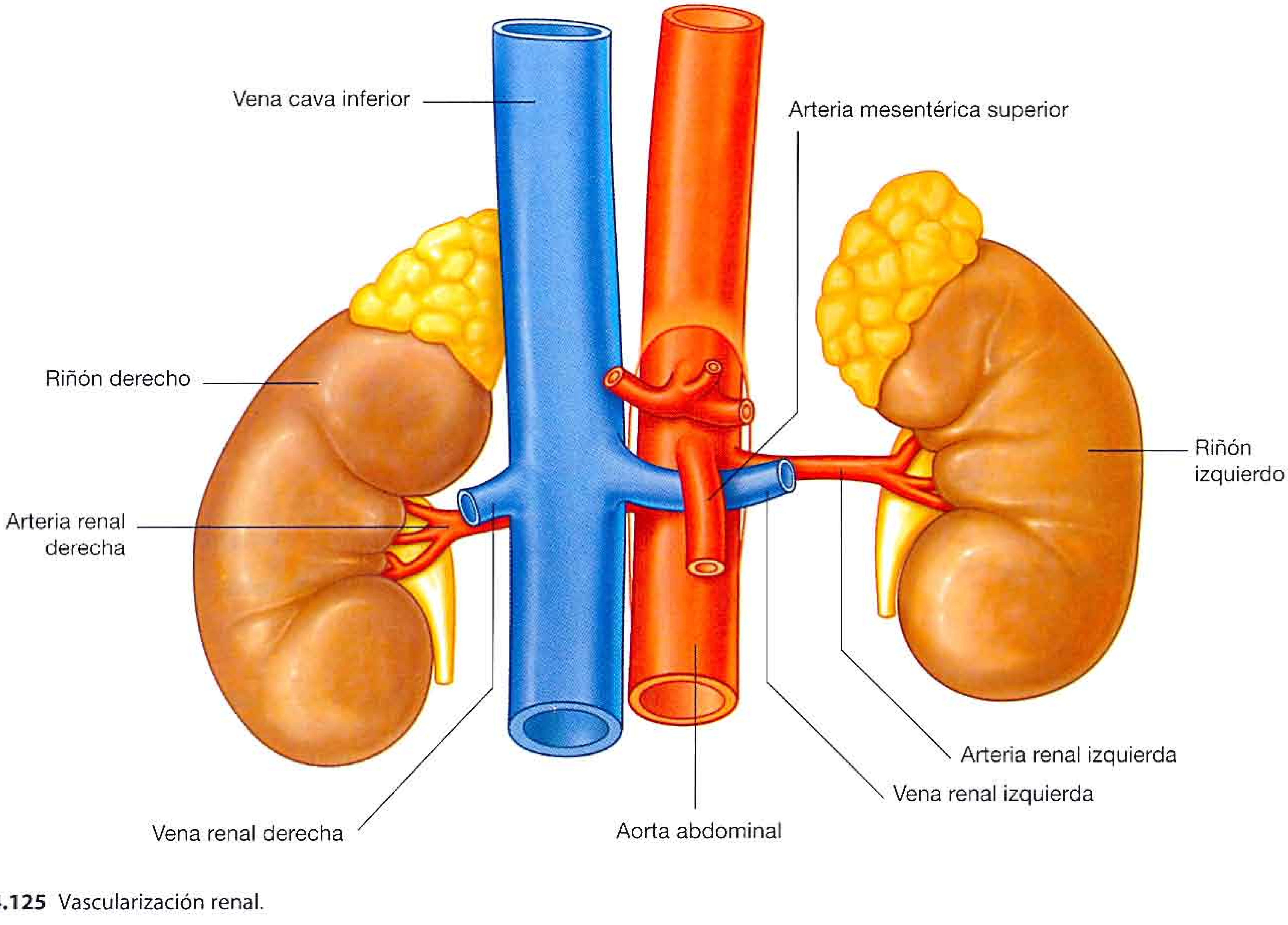


Fig. 4.125 Vascularización renal.

La pelvis renal se estrecha al pasar por el hilio renal y continúa con el uréter en la **unión ureteropélvica** (fig. 4.126). Inferiormente, los uréteres descienden en situación retroperitoneal en la cara interna del músculo psoas mayor. En el reborde de la pelvis, los uréteres cruzan el final de la arteria ilíaca primitiva o el principio de la arteria ilíaca externa, entran en la cavidad pélvica y siguen hasta la vejiga.

Los uréteres están comprimidos en tres puntos en su recorrido:

- El primer punto es la unión ureteropélvica, justo por debajo del riñón.
- El segundo punto es donde el uréter cruza los vasos ilíacos en el reborde de la pelvis.
- El tercer punto es donde los uréteres penetran en la pared de la vejiga.

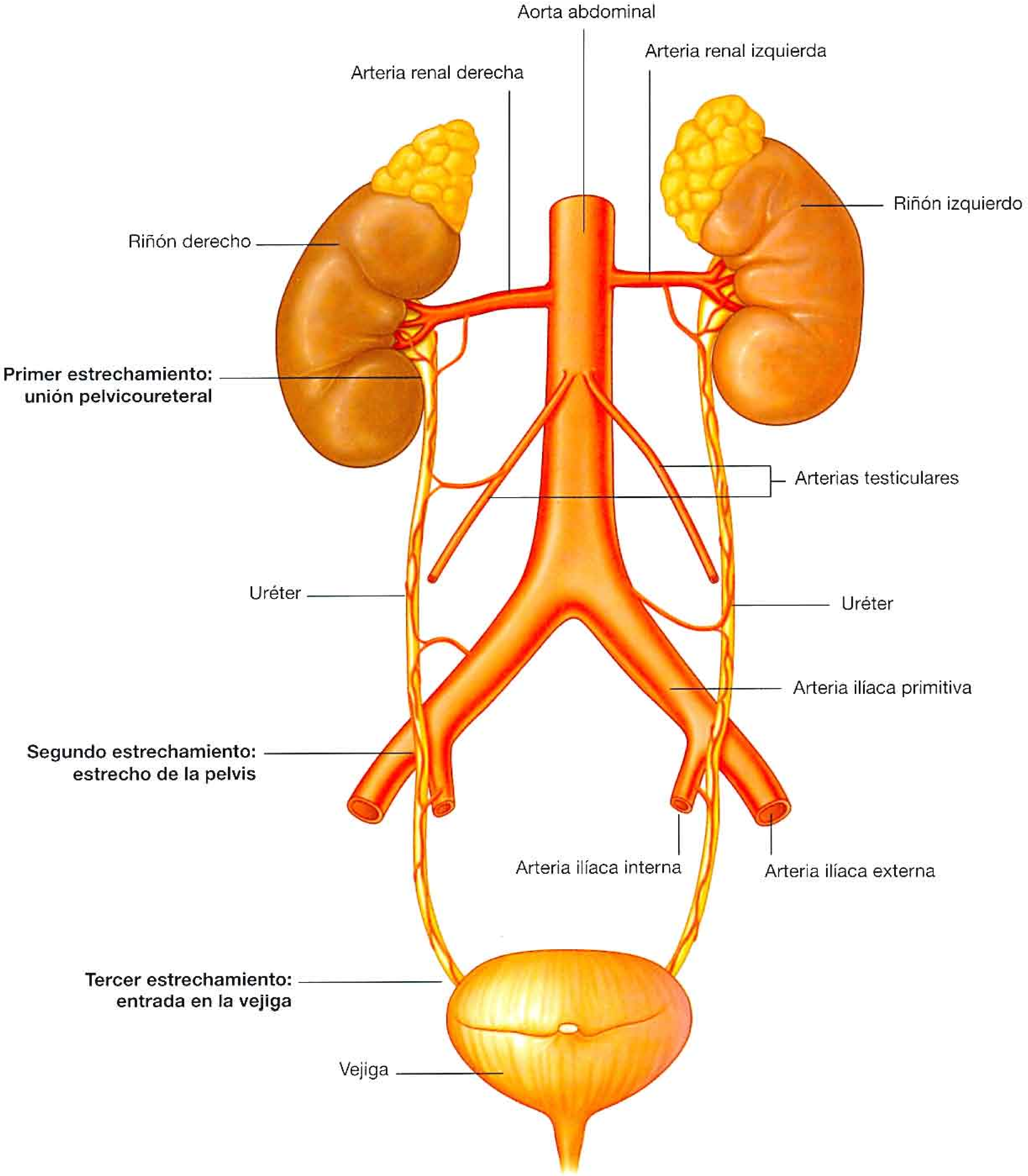


Fig. 4.126 Uréteres.

Vasos y linfáticos del uréter

Los uréteres en su descenso hasta la vejiga reciben ramas arteriales de los vasos adyacentes (fig. 4.126):

- Las arterias renales irrigan el extremo superior.
- La parte media recibe ramas de la aorta abdominal, las arterias testicular u ovárica y las arterias ilíacas primitivas.
- En la cavidad pélvica, los uréteres están irrigados por una o más arterias de ramas de la arteria ilíaca primitiva.

En todos los casos, las arterias que llegan al uréter se dividen en ramas ascendentes y descendentes, que forman anastomosis longitudinales.

El drenaje linfático de los uréteres es superponible a la circulación arterial. La linfa drena:

- La porción superior de los uréteres en los nódulos lumbares.
- La porción media de los uréteres drena en los nódulos de los vasos ilíacos primitivos.
- La porción inferior drena en los nódulos linfáticos de los vasos ilíacos internos y externos.

Inervación del uréter

La inervación del uréter procede de los plexos renal, aórtico, hipogástrico superior e hipogástrico inferior, a través de nervios que siguen el recorrido de los vasos sanguíneos.

Las fibras eferentes viscerales son simpáticas y parasimpáticas, y las fibras aferentes viscerales llegan a los niveles medulares T11 a L2. El dolor ureteral, que se debe generalmente a distensión ureteral, está referido a las zonas cutáneas correspondientes a T11 a L2. Estas zonas abarcan las paredes anterior y lateral del abdomen por debajo de las costillas y por encima de la cresta ilíaca, la región púbica, el escroto en hombres, los labios mayores en mujeres, y la cara anteroproximal del muslo.

Conceptos prácticos

Cálculos en las vías urinarias

Los cálculos (litiasis) en las vías urinarias son más frecuentes en hombres que en mujeres, entre los 20 y los 60 años de edad, y suelen estar relacionados con la vida sedentaria. Los cálculos están formados por agregados policristalinos de calcio, fósforo, ácido úrico y otras sales solubles, en una matriz orgánica. Cuando la orina está saturada de sales, pueden precipitar debido a pequeñas variaciones del pH.

La presentación típica es un paciente con dolor que se irradia desde la región infraescapular a la ingle, y a veces al escroto y los labios mayores. Puede observarse sangre en orina **(hematuria).**

Debe descartarse infección porque algunas especies bacterianas se asocian con frecuencia a litiasis de las vías urinarias.

Las complicaciones de los cálculos en las vías urinarias son infección, obstrucción e insuficiencia renal. También pueden formarse cálculos en la vejiga, que producen una irritación importante, causando dolor y malestar.

El diagnóstico de la litiasis renal se apoya en la historia y en la exploración. Los cálculos son visibles con frecuencia en la radiografía de abdomen. Otras exploraciones especiales son:

- La ecografía, donde se puede observar dilatación de la pelvis renal y los cálices cuando hay una obstrucción de las vías urinarias.
- La urografía intravenosa, donde se confirma la obstrucción, señala el nivel exacto y permite al cirujano planificar la extracción si fuera necesario.

Conceptos prácticos

Cáncer del tracto urinario

La mayoría de los tumores renales son carcinomas de células renales. Estos tumores se desarrollan en el epitelio tubular proximal. Cerca del 5% de los tumores renales son tumores de células de transición, que se forman en el epitelio de la pelvis renal. La mayor parte de los pacientes presentan hematuria (sangre en la orina), dolor en región infraescapular y una masa.

Los carcinomas de células renales son raros porque además de crecer hacia fuera invadiendo la grasa y la fascia, se diseminan por la vena renal. Esta forma de diseminación no es frecuente en los tumores de otro tipo, y debe sospecharse en el carcinoma de células renales. Además, el tumor puede seguir la vena renal hasta la cava inferior, y en casos muy raros, crecer en la aurícula derecha a través de la válvula tricúspide y en la arteria pulmonar (figs. 4.127 y 4.128).

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

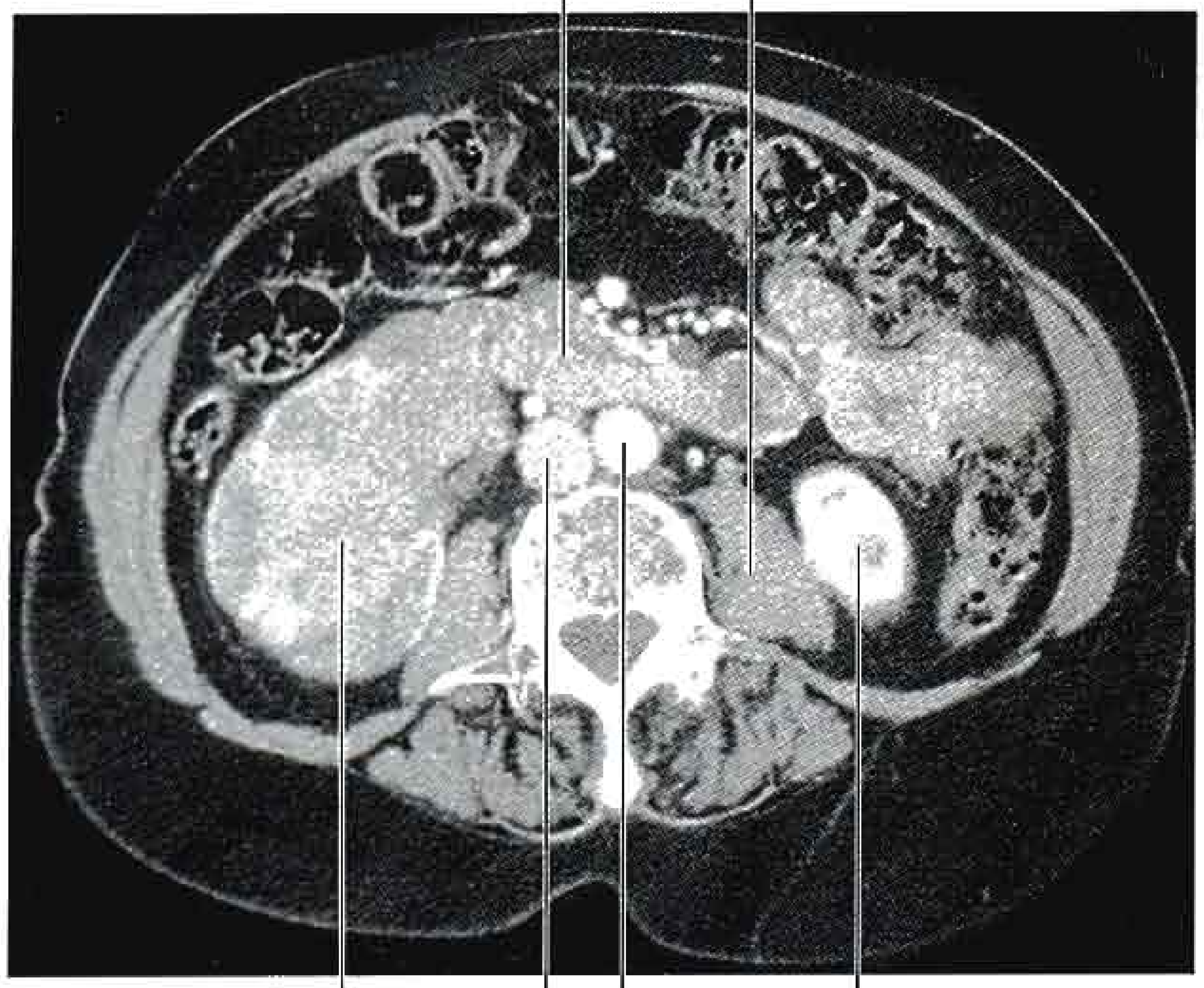


Fig. 4.127 Tumor en riñón derecho, que crece hacia el duodeno y posiblemente lo invade. Tomografía computarizada en plano axial.

Fig. 4.128 Tumor en riñón derecho invadiendo la vena renal derecha. Tomografía computarizada en plano axial.

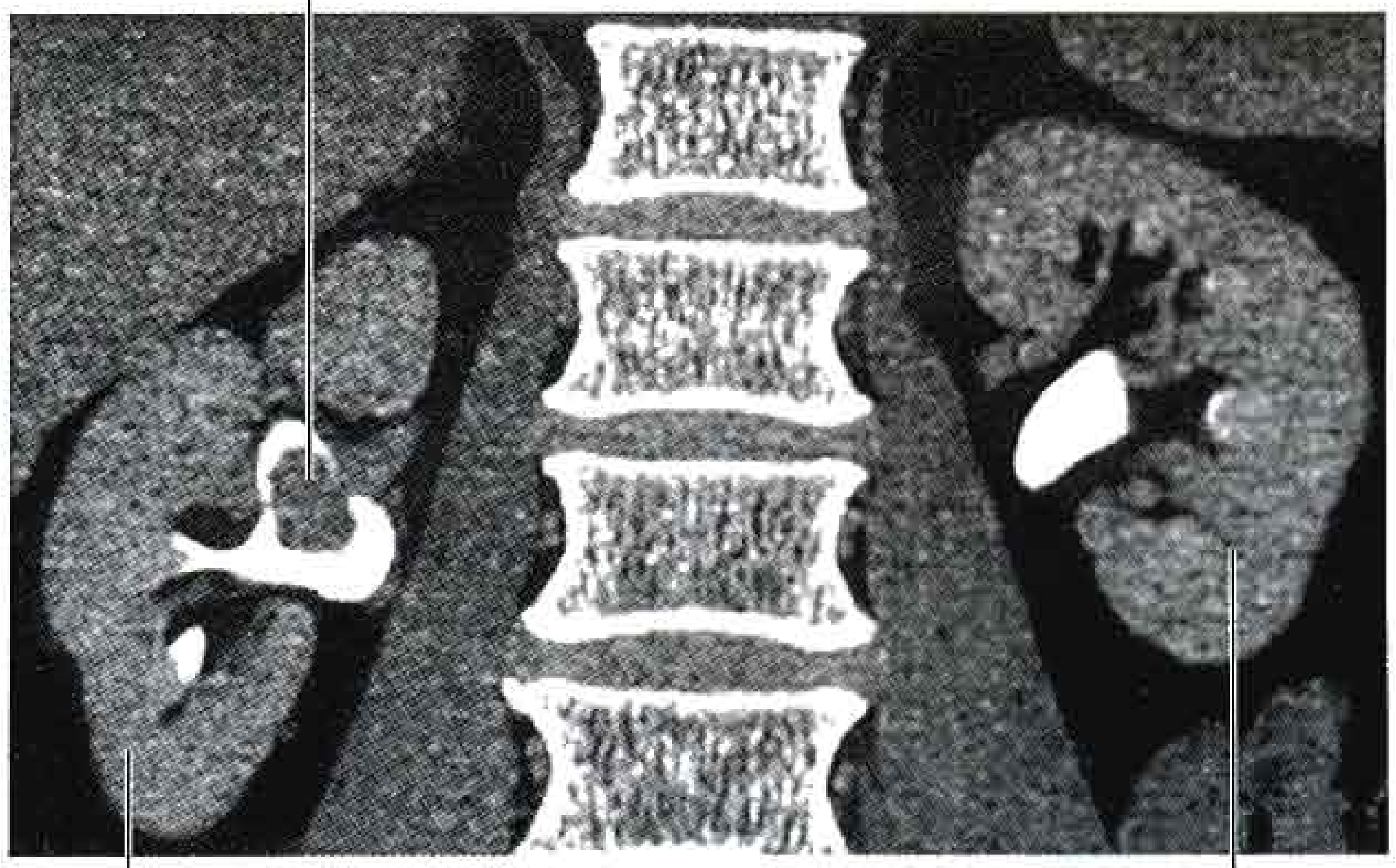


Fig. 4.129 Carcinoma de células de transición en la pelvis renal derecha. Reconstrucción coronal de tomografía computarizada.

El tratamiento de la mayoría de los tumores renales es la resección quirúrgica, incluso en presencia de metástasis, porque en algunos pacientes puede haber una regresión de las metástasis.

El carcinoma de células de transición crece en el urotelio. El urotelio se extiende de los cálices a la uretra y se comporta como una «unidad». Por tanto, cuando un paciente desarrolla un tumor de células de transición en la vejiga, puede tener otros tumores en porciones más altas del tracto urinario. En pacientes con cáncer de vejiga debe hacerse un estudio de todo el tracto urinario para descartar otros tumores (fig. 4.129).

Glándulas suprarrenales

Las glándulas suprarrenales están en contacto con los polos renales superiores. Constan de una corteza externa y una médula interna. La glándula derecha tiene forma de pirámide, mientras que la glándula izquierda tiene forma de semiluna y es más grande.

Anterior a la glándula suprarrenal derecha se encuentran parte del lóbulo hepático derecho y la vena cava inferior, parte del estómago, el páncreas y a veces el bazo. El diafragma es posterior a las dos glándulas.

La glándula suprarrenal está rodeada por la cápsula adiposa del riñón e incluida en la fascia renal, separada del riñón por un tabique fino.

Conceptos prácticos

Exploración del tracto urinario

Después de la anamnesis y la exploración física inicial del paciente, que incluye el tacto rectal para valorar la próstata en hombres, están indicadas otras exploraciones.

UIV (urografía intravenosa)

La urografía intravenosa es una de las exploraciones radiológicas más importantes y más solicitadas. Se inyecta al paciente un contraste yodado. La mayoría de los contrastes contienen tres átomos de yodo alrededor de un anillo de benceno. El peso molecular del yodo, relativamente más alto que el del carbono, hidrógeno y oxígeno, atenúa las radiaciones. Después de la inyección intravenosa, el contraste se elimina fundamentalmente por filtración glomerular, aunque una parte se secreta en los túbulos renales. Esto permite obtener la imagen de los uréteres y la vejiga.

Ecografía

La ecografía puede utilizarse para comprobar el tamaño de los riñones y de los cálices, que se dilatan en las obstrucciones.

Aunque los uréteres no se ven bien, la vejiga se puede observar con facilidad si está llena.

Se puede medir el volumen de la vejiga antes y después de la micción.

Tomografía computarizada

La tomografía computarizada puede utilizarse para valorar los riñones, los uréteres, la vejiga y las estructuras contiguas que es muy útil para el estadiaje de tumores primarios del tracto urinario.

Medicina nuclear

La medicina nuclear es muy útil para el estudio del tracto urinario, porque los radioisótopos se pueden utilizar para calcular la masa celular renal y su función, y las cicatrices del parénquima. Esta prueba es muy útil en niños cuando se sospecha reflujo y cicatrices renales.

Circulación suprarrenal

La irrigación arterial de las glándulas suprarrenales es abundante y procede de tres fuentes (fig. 4.130):

- Las **arterias frénicas inferiores** en su trayecto ascendente desde la aorta abdominal, dan numerosas ramas **(arterias suprarrenales superiores)** a las glándulas suprarrenales.
- Directamente de la aorta abdominal sale una rama media a las glándulas suprarrenales **(arteria suprarrenal media).**
- Las arterias renales envían ramas superiores a las glándulas suprarrenales **(arterias suprarrenales inferiores).**

En contraste con esta circulación arterial tan abundante, el drenaje venoso habitualmente es una rama única que sale por el hilio de las glándulas. La **vena suprarrenal derecha** es corta y entra casi inmediatamente en la vena cava inferior; la **vena suprarrenal izquierda** se dirige inferiormente y desemboca en la vena renal izquierda.

Circulación

Aorta abdominal

La aorta abdominal empieza en el hiato aórtico diafragmático, y se sitúa en la línea media en la parte inferior de la vértebra T12 (fig. 4.131). Desciende por delante de la superficie anterior de los cuerpos vertebrales L1 a L4, y termina a la izquierda de la línea media en la parte inferior de la vértebra L4. En este punto se divide en las **arterias ilíacas primitivas izquierda** y **derecha.** Esta bifurcación puede adivinarse en la pared anterior del abdomen en un punto situado a unos 2,5 cm por debajo del ombligo o en una línea que une los puntos más altos de la cresta ilíaca.

A su paso por la región posterior del abdomen, la superficie anterior de la aorta abdominal está cubierta por el plexo

nervioso y los ganglios prevertebrales. Se relaciona también con otras estructuras:

- Anterior a la aorta abdominal se encuentran el páncreas y la vena esplénica, la vena renal izquierda y la porción inferior del duodeno.
- Varias venas lumbares la cruzan posteriormente en su camino a la vena cava inferior.
- A su derecha se encuentran la cisterna del quilo, el conducto torácico, la vena ácigos, el pilar derecho del diafragma y la vena cava inferior.
- A su izquierda está el pilar derecho del diafragma.

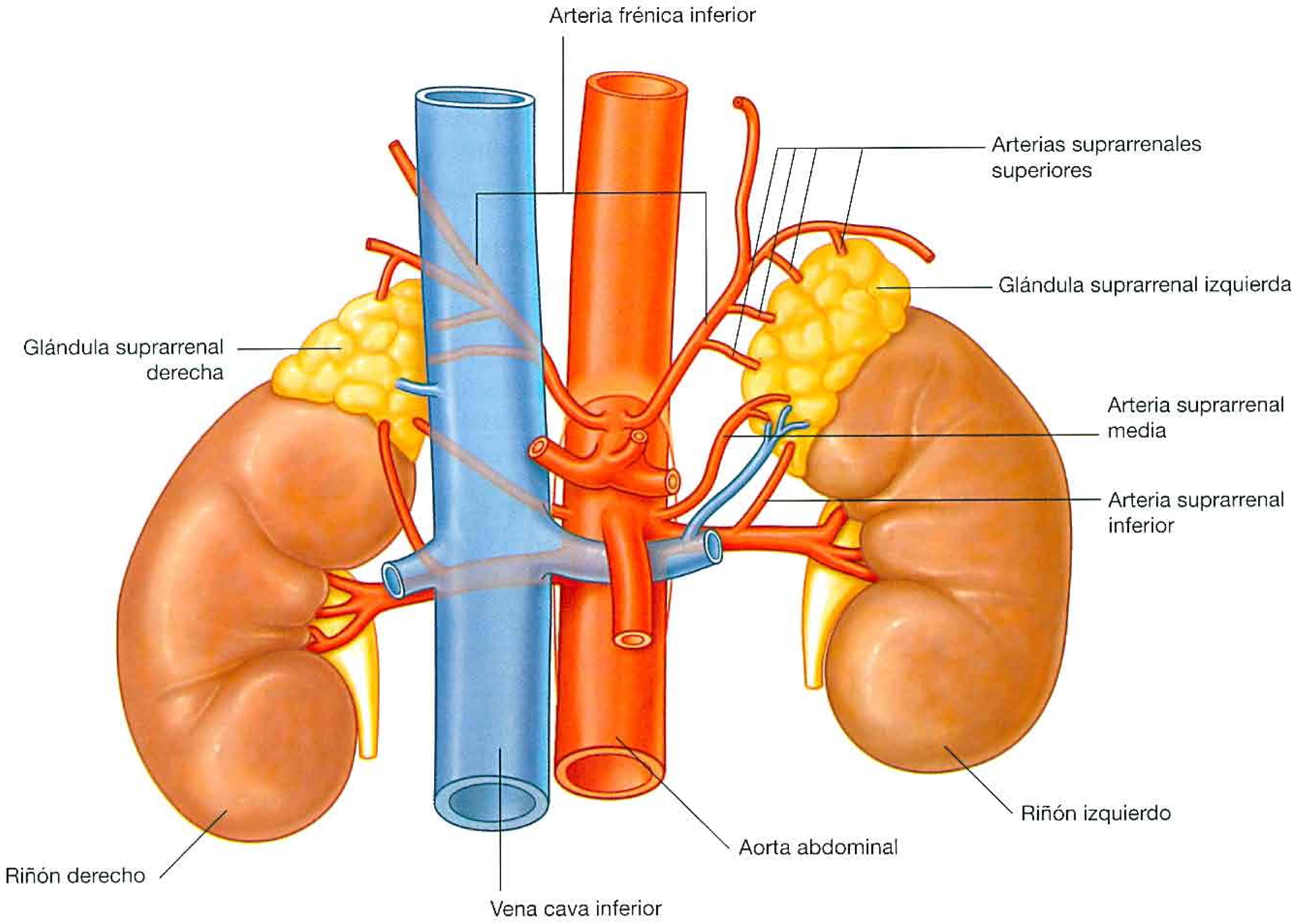


Fig. 4. 130 Circulación arterial de las glándulas suprarrenales.

Las ramas de la aorta abdominal (tabla 4.3) pueden dividirse en:

- Ramas viscerales que irrigan órganos.
- Ramas posteriores que irrigan el diafragma o la pared del cuerpo.
- Ramas terminales.

Ramas viscerales

Las ramas viscerales pueden ser pares o impares.

Las tres ramas impares que tienen su origen en la cara anterior de la aorta son (fig. 4.131):

- El tronco celíaco, que irriga el intestino proximal.
- La arteria mesentérica superior, que irriga el intestino medio.
- La arteria mesentérica inferior, que irriga el intestino distal.

Las ramas viscerales pares de la aorta abdominal (fig. 4.131) son:

- Las **arterias suprarrenales medias:** ramas laterales pequeñas de la aorta abdominal que salen inmediatamente superior a las arterias renales, que son parte de la múltiple circulación arterial de las arterias suprarrenales.
- Las **arterias renales:** ramas laterales de la aorta abdominal que salen inmediatamente inferior al nacimiento de la arteria mesentérica superior, entre las vértebras L1 y L2, e irrigan los riñones.
- Las arterias **testiculares** u **ováricas:** ramas anteriores de la aorta abdominal que salen inferior al nacimiento de las arterias renales, y se dirigen inferior y lateralmente sobre la superficie anterior del músculo psoas mayor.

Ramas posteriores

Las ramas posteriores de la aorta abdominal son vasos que irrigan el diafragma o la pared del cuerpo. Son las arterias frénicas inferiores, las arterias lumbares y la arteria sacra media (fig. 4.131).

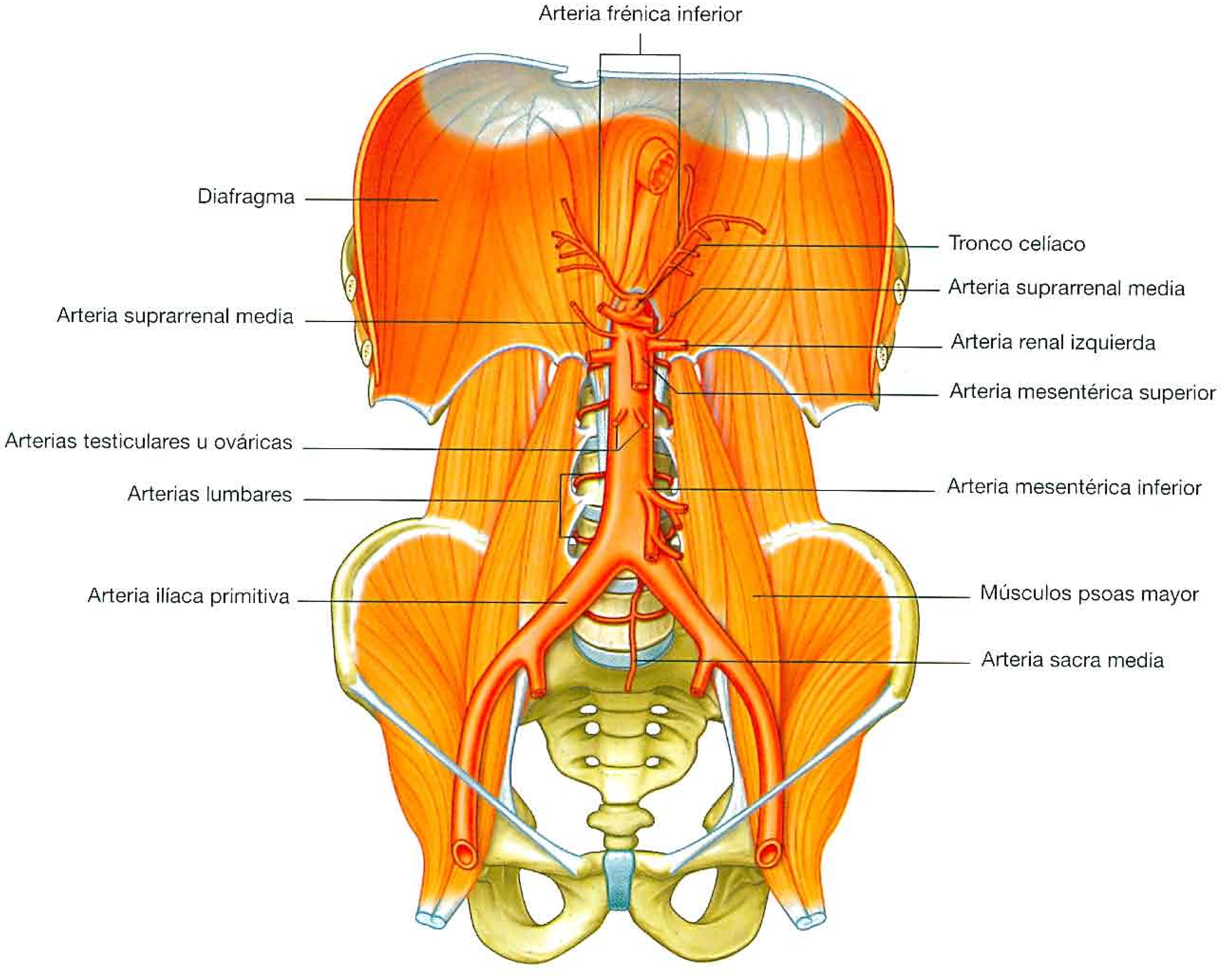


Fig. 4.131 Aorta abdominal.

Arterias frénicas inferiores

Las **arterias frénicas inferiores** salen inmediatamente inferior al hiato aórtico del diafragma, en un tronco común directamente de la arteria abdominal, o de la base del tronco celíaco. En ambos casos, se dirigen cranealmente, suministran alguna rama a la glándula suprarrenal, y siguen por la cara inferior del diafragma.

Arterias lumbares

Habitualmente salen cuatro pares de **arterias lumbares** de la cara posterior de la aorta abdominal. Discurren a los lados y por detrás de los cuerpos de las vértebras lumbares, continúan lateralmente, pasando posteriormente a los troncos simpáticos y entre las apófisis transversas de las vértebras lumbares contiguas, y llegan a la pared del abdomen. A partir de aquí dan ramas segmentarias a la médula espinal de forma parecida a las arterias intercostales posteriores.

Arteria sacra media

La ultima rama posterior es la **arteria sacra media.** Esta arteria sale de la cara posterior de la aorta abdominal inmediatamente por encima de la bifurcación y se dirige hacia abajo, primero sobre la cara anterior de las vértebras lumbares inferiores y después del sacro y el cóccix.

Vena cava inferior

La vena cava inferior recoge sangre de todas las estructuras inferiores al diafragma y la conduce a la aurícula derecha. Se forma al unirse las dos venas ilíacas externas en la vértebra L5, justo a la derecha de la línea media. Sube por la región posterior del abdomen por delante de la columna vertebral, y al lado y a la derecha de la aorta abdominal (fig. 4.132), continúa hacia arriba y sale del abdomen a través del centro tendinoso del diafragma, en la vértebra T8.

En su recorrido, cruzan su superficie anterior la arteria ilíaca externa derecha, la raíz del mesenterio, la arteria ovárica o testicular derecha, la porción inferior del duodeno, la cabeza del páncreas, la porción superior del duodeno, el conducto colédoco, la vena porta y el hígado, que cubre y a veces rodea completamente a la vena cava (fig. 4.132).

Conceptos prácticos

Aneurisma de aorta

El aneurisma aórtico abdominal es una dilatación de la aorta (superior a 4 cm) por debajo de la salida de las arterias renales. Sin intervención quirúrgica o endovascular, la arteria continúa dilatándose y puede romperse.

Tabla 4.3 Ramas de la aorta abdominal

Arteria	Rama	Origen	Zonas que irrigan
Tronco celíaco	Anterior	Inmediatamente inferior al hiato aórtico del diafragma	Intestino abdominal proximal
Arteria mesentérica superior	Anterior	Inmediatamente inferior al tronco celíaco	Intestino abdominal medio
Arteria mesentérica inferior	Anterior	Inferior a las arterias renales	Intestino abdominal distal
Arterias suprarrenales medias	Lateral	Inmediatamente superior a las arterias renales	Glándulas suprarrenales
Arterias renales	Lateral	Inmediatamente inferior a la arteria mesentérica superior	Riñones
Arterias testicular u ovárica	Anterior par	Inferior a las arterias renales	Testículos en hombres y ovarios en mujeres
Arterias frénicas inferiores	Par	Inmediatamente inferior al hiato aórtico	Diafragma
Arterias lumbares	Posterior	Habitualmente cuatro pares	Pared posterior del abdomen y médula espinal
Arterias sacras medias	Posterior	Inmediatamente superior a la bifurcación de la aorta, desciende por las vértebras lumbares, el sacro y el cóccix	
Arterias ilíacas primitivas	Terminal	Habitualmente se bifurca en la vértebra L4	

Son tributarias de la vena cava inferior:

- Las venas ilíacas externas.
- Las venas lumbares.
- La vena testicular u ovárica derecha.
- Las venas renales.
- Las venas frénicas inferiores.
- Las venas hepáticas.

No hay ninguna rama de la porción abdominal del tubo digestivo, el bazo, el páncreas y la vesícula biliar, puesto que las venas procedentes de estas estructuras forman parte del sistema porta, que primero pasa por el hígado.

De todas las venas enumeradas, las **venas lumbares** son diferentes y merecen una atención especial. No todas las venas lumbares drenan directamente en la vena cava (fig. 4.133):

- La quinta vena lumbar generalmente drena en la **vena iliolumbar**, rama de la vena ilíaca externa.
- La tercera y la cuarta venas lumbares suelen desembocar en la vena cava inferior.
- La primera y la segunda venas lumbares pueden desembocar en las venas lumbares ascendentes.

Las **venas lumbares ascendentes** son conductos venosos largos que conectan las venas ilíaca externa, iliolumbar y lumbares con las venas ácigos y hemiácigos del tórax.

Cuando la vena cava inferior se obstruye, las venas lumbares ascendentes son conductos colaterales importantes entre las mitades inferior y superior del cuerpo.

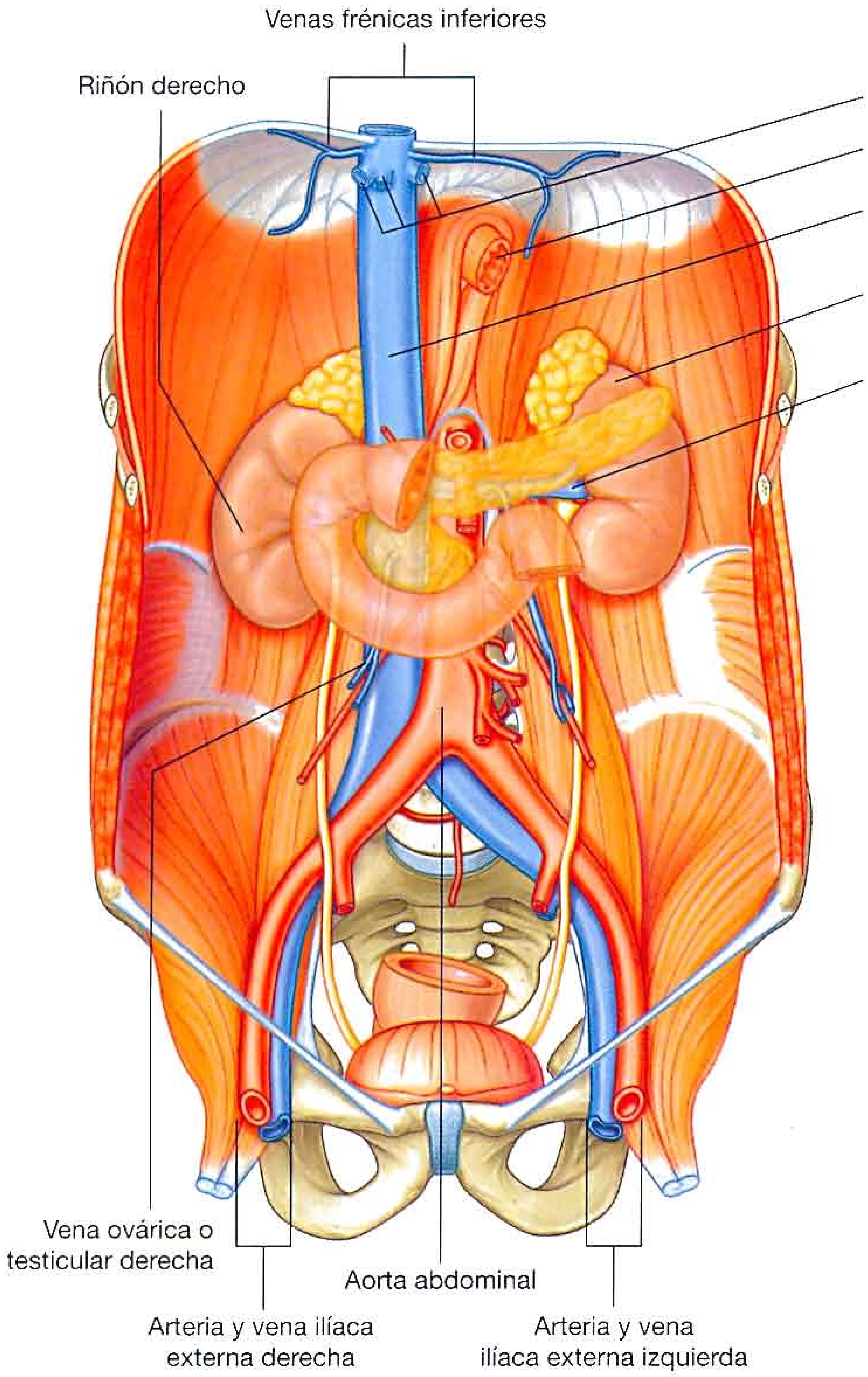


Fig. 4.132 Vena cava inferior.

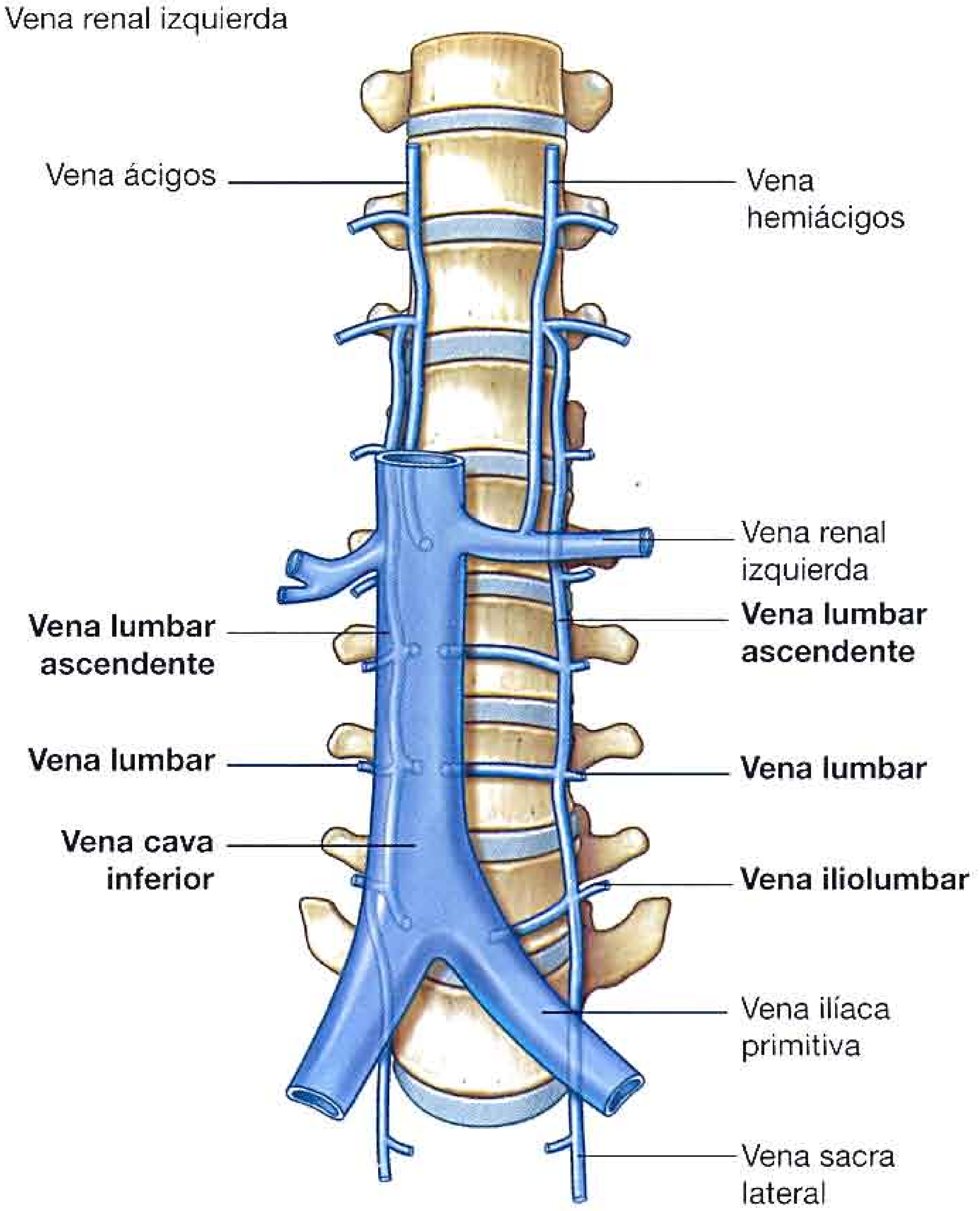


Fig. 4.133 Venas lumbares.

Sistema linfático

Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos forman una red extensa y compleja de conductos, que comienza en los capilares linfáticos «porosos» en los tejidos, convergen y forman varios vasos más anchos que acaban desembocando en las grandes venas del cuello.

Los vasos linfáticos recogen fundamentalmente el líquido perdido en los lechos capilares durante el intercambio de nutrientes y lo devuelve al sistema venoso (fig. 4.134). El líquido que recogen los capilares linfáticos contiene patógenos, células del sistema linfoide, productos celulares (como hormonas) y restos celulares.

En el intestino delgado, algunas grasas absorbidas y degradadas por el epitelio intestinal forman gotas de lípidos recubiertas por proteínas **(quilomicrones)**, que liberan las células epiteliales y entran en el compartimiento intersticial. Los quilomicrones entran en los capilares linfáticos (llamados **lácteos** en el intestino delgado) junto a otros componentes del líquido intersticial y llegan hasta el sistema venoso en el cuello. Por tanto, el sistema linfático es también una ruta principal de transporte de grasa absorbida en el intestino.

El líquido que circula por la mayoría de los vasos linfáticos es claro e incoloro, y se conoce como **linfa.** En los vasos linfáticos del intestino delgado, el líquido es opaco y lechoso por la presencia de quilomicrones, y se llama **quilo.**

Los linfáticos están presentes en casi todas las áreas del organismo, excepto en el cerebro y la médula ósea, y en los tejidos avasculares como el cartílago y los epitelios.

La circulación de la linfa por los vasos linfáticos se debe sobre todo a la acción indirecta de las estructuras contiguas, especialmente la contracción de los músculos esqueléticos y el pulso de las arterias. Las válvulas mantienen el flujo unidireccionalmente.

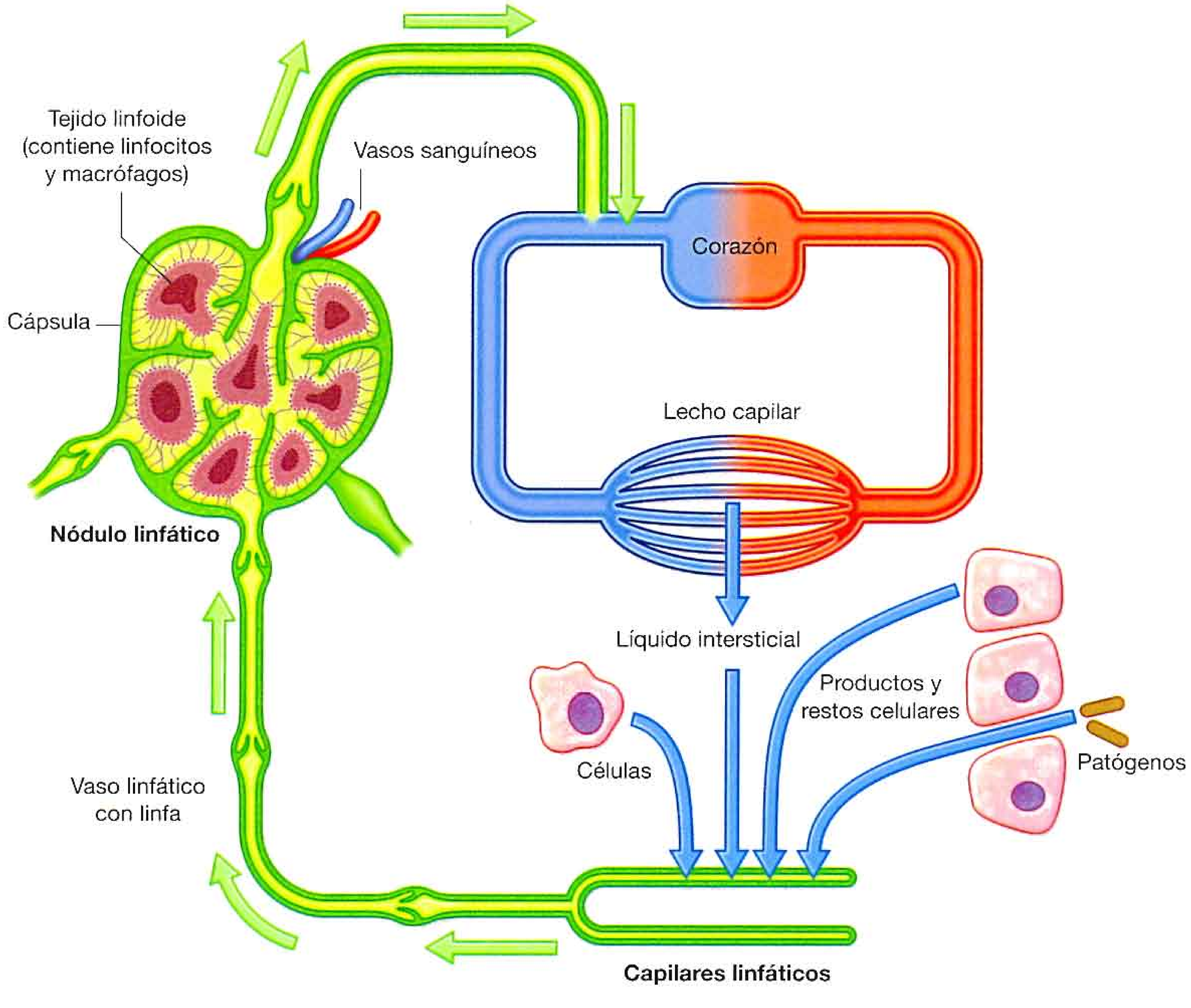


Fig. 4. 134 Los vasos linfáticos recogen fundamentalmente el líquido que se pierde en el lecho capilar durante los procesos de intercambio de nutrientes, y lo llevan de vuelta a la circulación venosa.

Nódulos linfáticos

Los nódulos linfáticos son pequeñas estructuras encapsuladas (0,1-2 cm de longitud), que interrumpen el curso de los vasos linfáticos y contienen elementos del sistema defensivo del organismo, como linfocitos y macrófagos agrupados. Actúan como filtros especializados que atrapan y fagocitan partículas de la linfa que pasa a través de ellos. También detectan y combaten los antígenos extraños que lleva la linfa.

Al ser los nódulos linfáticos filtros eficaces y el flujo a través de ellos lento, las células que metastatizan (emigran) desde tumores primarios y entran en los vasos linfáticos, con frecuencia se quedan en los nódulos y proliferan como tumores secundarios. Los nódulos linfáticos que drenan regiones infectadas o con otras formas de enfermedad, pueden aumentar de tamaño o transformarse en «duros» o «sensibles». Estos cambios ayudan al clínico a detectar enfermedades o a seguir su diseminación.

En varias regiones corporales se observan grupos o abundancia de nódulos linfáticos (fig. 4.135). No es sorprendente que los nódulos de muchas de estas regiones drenen la superficie del cuerpo, el aparato digestivo o el respiratorio. Estas tres zonas son lugares de alto riesgo de entrada de patógenos.

Los nódulos linfáticos son abundantes y se pueden palpar en la axila, la ingle y región femoral y el cuello. Los profundos, no palpables, están en la tráquea y los bronquios en el tórax, y en la aorta y sus ramas en el abdomen.

Troncos y conductos linfáticos

Todos los vasos linfáticos confluyen para formar troncos o conductos mayores que drenan en el sistema venoso en el lugar donde las venas yugulares internas se unen a las subclavias y forman las venas braquiocefálicas:

- La linfa de la parte derecha de la cabeza y el cuello, la extremidad superior derecha, parte derecha del tórax y porción alta y superficial de la pared del abdomen va en vasos linfáticos que desembocan en venas del lado derecho del cuello.
- La linfa del resto de las regiones del cuerpo circula en vasos linfáticos que drenan en venas del lado izquierdo del cuello.

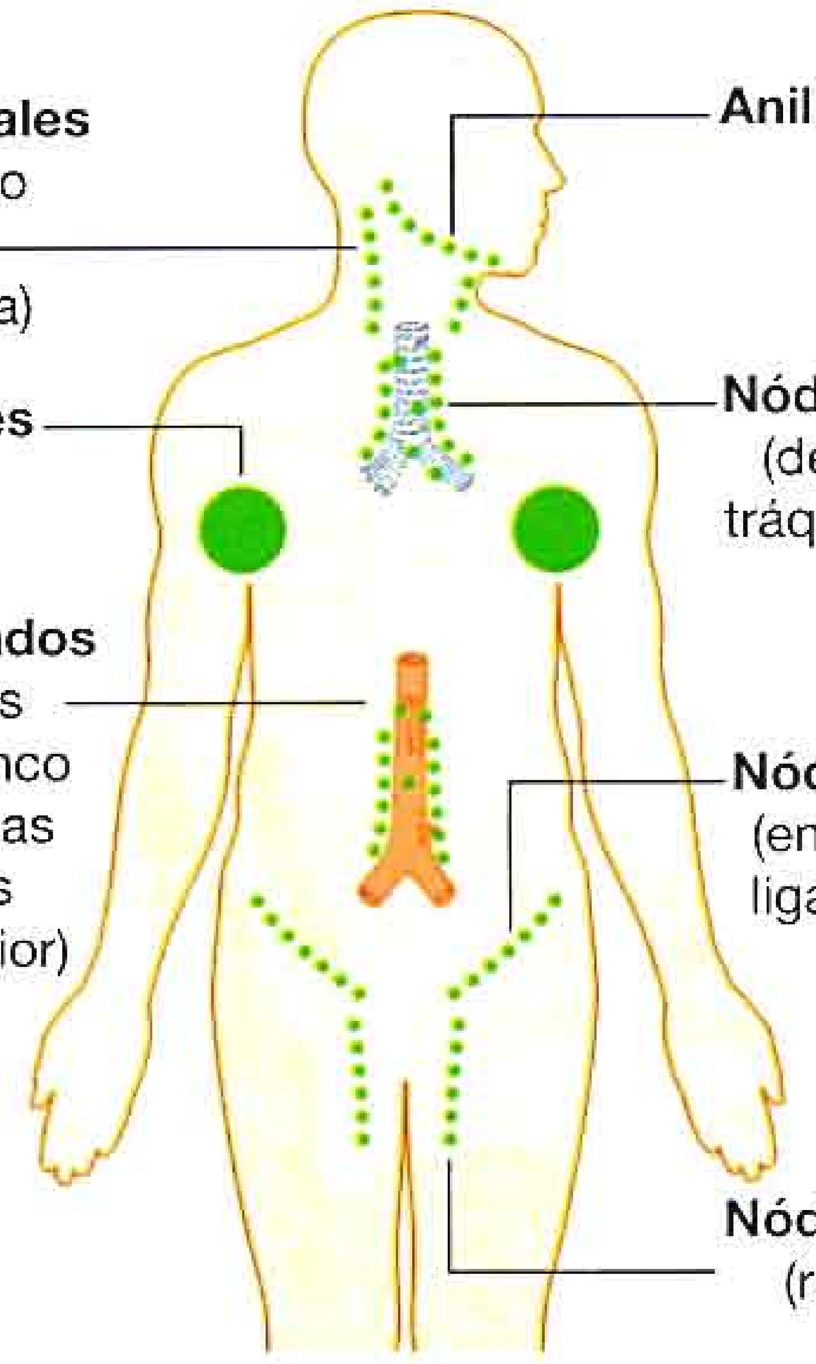


Fig. 4.135 Regiones que presentan nódulos linfáticos en abundancia o agrupados.

Tabla 4.4 Drenaje linfático

Vaso linfático	Zona drenada
Tronco yugular derecho	Lado derecho de la cabeza y el cuello
Tronco yugular izquierdo	Lado izquierdo de la cabeza y el cuerpo
Tronco subclavio derecho	Extremidad superior derecha, regiones superficiales de la pared del tórax y superior del abdomen
Tronco subclavio izquierdo	Extremidad inferior izquierda, regiones superficiales de la pared del tórax y superior del abdomen
Tronco broncomediastínico derecho	Pulmón y bronquios derechos, estructuras mediastínicas, pared del tórax
Tronco broncomediastínico izquierdo	Pulmón y bronquios izquierdos, estructuras mediastínicas, pared del tórax
Conducto torácico	Extremidades inferiores, pared y vísceras abdominales, pared y vísceras de la pelvis, pared torácica

El drenaje linfático de todas las estructuras y regiones inferiores al diafragma convergen en grupos de nódulos linfáticos relacionados con los principales vasos de la región posterior del abdomen (fig. 4.136). La linfa de las extremidades inferiores y del periné asciende hacia los grupos nodulares y vasos que rodean las arterias y venas ilíacas primitivas. En este punto, se une a la linfa procedente de la cavidad pélvica que ha pasado por los nódulos y vasos de las arterias y venas ilíacas internas.

Nódulos preaórticos

Cerca de la bifurcación de la aorta, los grupos de linfáticos relacionados con las dos arterias y venas ilíacas primitivas se unen, y muchos grupos de vasos y de nódulos linfáticos de la aorta abdominal y la vena cava se dirigen hacia arriba. Estos grupos pueden dividirse en **nódulos preaórticos,** por delante de la aorta abdominal, y **nódulos aórticos laterales** o **lumbares derechos e izquierdos,** situados a los lados de la aorta abdominal (fig. 4.136).

A su paso por la región posterior del abdomen, este grupo de linfáticos recoge linfa de varias estructuras. Los nódulos aórticos o lumbares laterales reciben linfáticos de la pared, de los riñones, las glándulas suprarrenales y los testículos u ovarios.

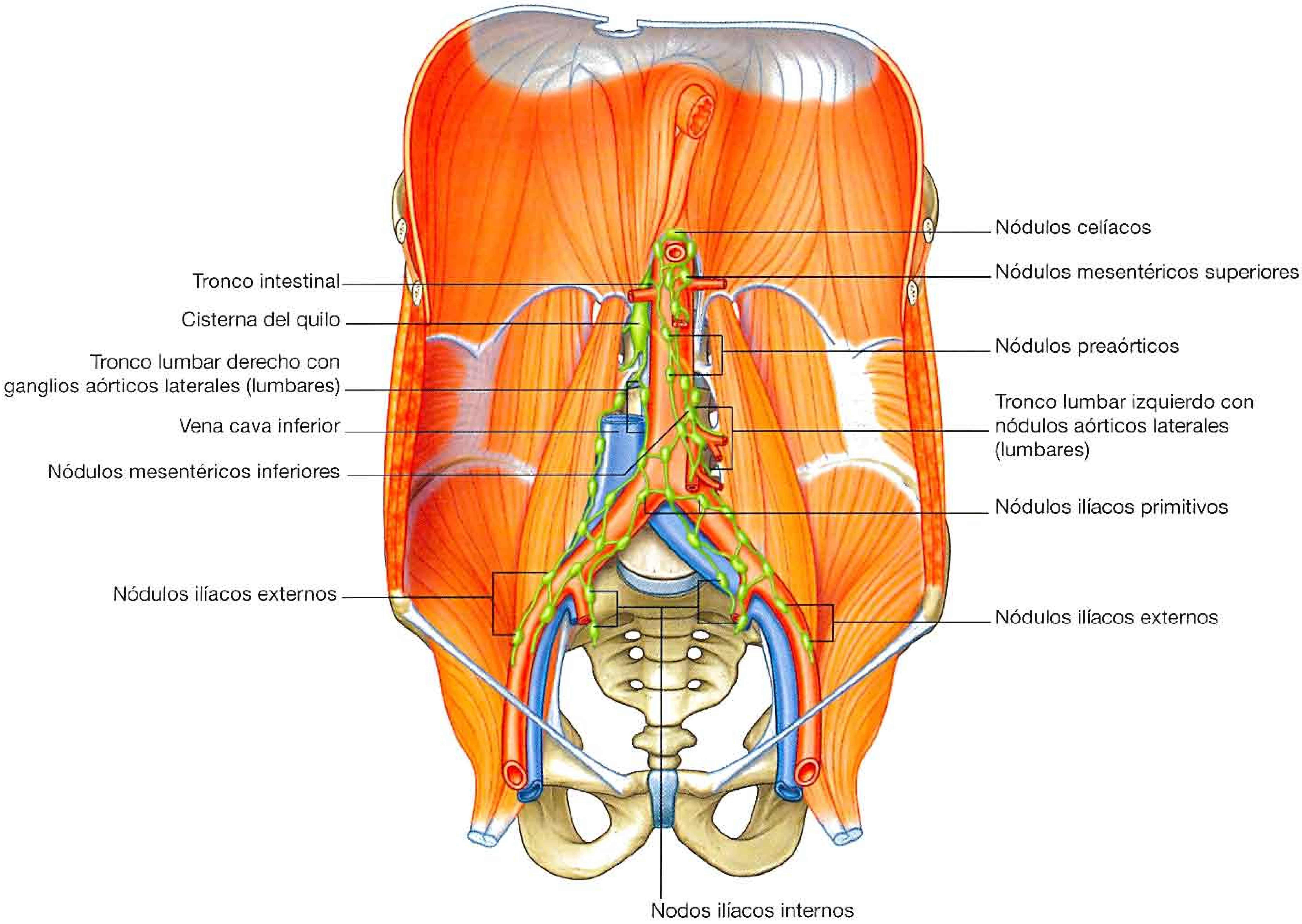


Fig. 4.136 Linfáticos abdominales.

Los nódulos preaórticos están situados alrededor de las tres ramas anteriores de la aorta abdominal que irrigan la porción abdominal del tubo digestivo, el bazo, el páncreas, la vesícula biliar y el hígado. Se dividen en nódulos celíacos, mesentéricos superiores y mesentéricos inferiores, y reciben linfa de los órganos irrigados por las arterias del mismo nombre.

Para terminar, los nódulos aórticos laterales o lumbares forman los troncos lumbares derecho e izquierdo, y los nódulos preaórticos forman el tronco intestinal (fig. 4.136). Estos troncos se unen y forman una confluencia que en ocasiones tiene forma de saco (la cisterna del quilo). Estos troncos linfáticos confluyen por detrás del lado derecho de la aorta abdominal y por delante de los cuerpos de las vértebras L1 y L2. Señala en comienzo del **conducto torácico.**

Sistema nervioso en la región posterior del abdomen

En la región posterior del abdomen se encuentran varios elementos del sistema nervioso: los troncos simpáticos y nervios esplácnicos relacionados, los plexos nerviosos y ganglios relacionados con la aorta abdominal, y el plexo nervioso lumbar.

Troncos simpáticos y nervios esplácnicos

Los troncos simpáticos discurren por la región posterior del abdomen anterior y lateralmente a los cuerpos de las vértebras lumbares para continuar a través del promontorio del sacro y en la cavidad pélvica (fig. 4.137). A lo largo de su recorrido son visibles pequeñas zonas elevadas. Son grupos de cuerpos celulares neuronales –fundamentalmente posganglionares– situadas fuera del sistema nervioso central. Son ganglios simpáticos paravertebrales. Habitualmente hay cuatro ganglios a lo largo de los troncos simpáticos en la región posterior del abdomen.

Los nervios lumbares esplácnicos también se relacionan con los troncos simpáticos en la región posterior del abdomen (fig. 4.137). Estos elementos del sistema nervioso se dirigen desde los troncos simpáticos a los plexos nerviosos y ganglios relacionados con la aorta abdominal. Habitualmente los nervios esplácnicos lumbares (dos a cuatro) llevan fibras simpáticas preganglionares y aferentes viscerales.

Plexos y ganglios prevertebrales abdominales

El plexo prevertebral es una red de fibras nerviosas que rodean a la aorta abdominal. Va desde el hiato aórtico del diafragma a la bifurcación de la aorta en las arterias ilíacas primitivas derecha e izquierda. En su recorrido se divide en plexos más pequeños (fig. 4.138):

- El **plexo celíaco** empieza en el diafragma y se dirige inferiormente. Es un acúmulo de fibras nerviosas que contiene nervios relacionados con las raíces del tronco celíaco y la arteria mesentérica superior.
- El **plexo aórtico abdominal** continúa inferiormente, desde la arteria mesentérica inferior a la bifurcación aórtica (fig. 4.139).
- En la bifurcación de la aorta abdominal, el plexo prevertebral abdominal continúa inferiormente: es el **plexo hipogástrico superior.**

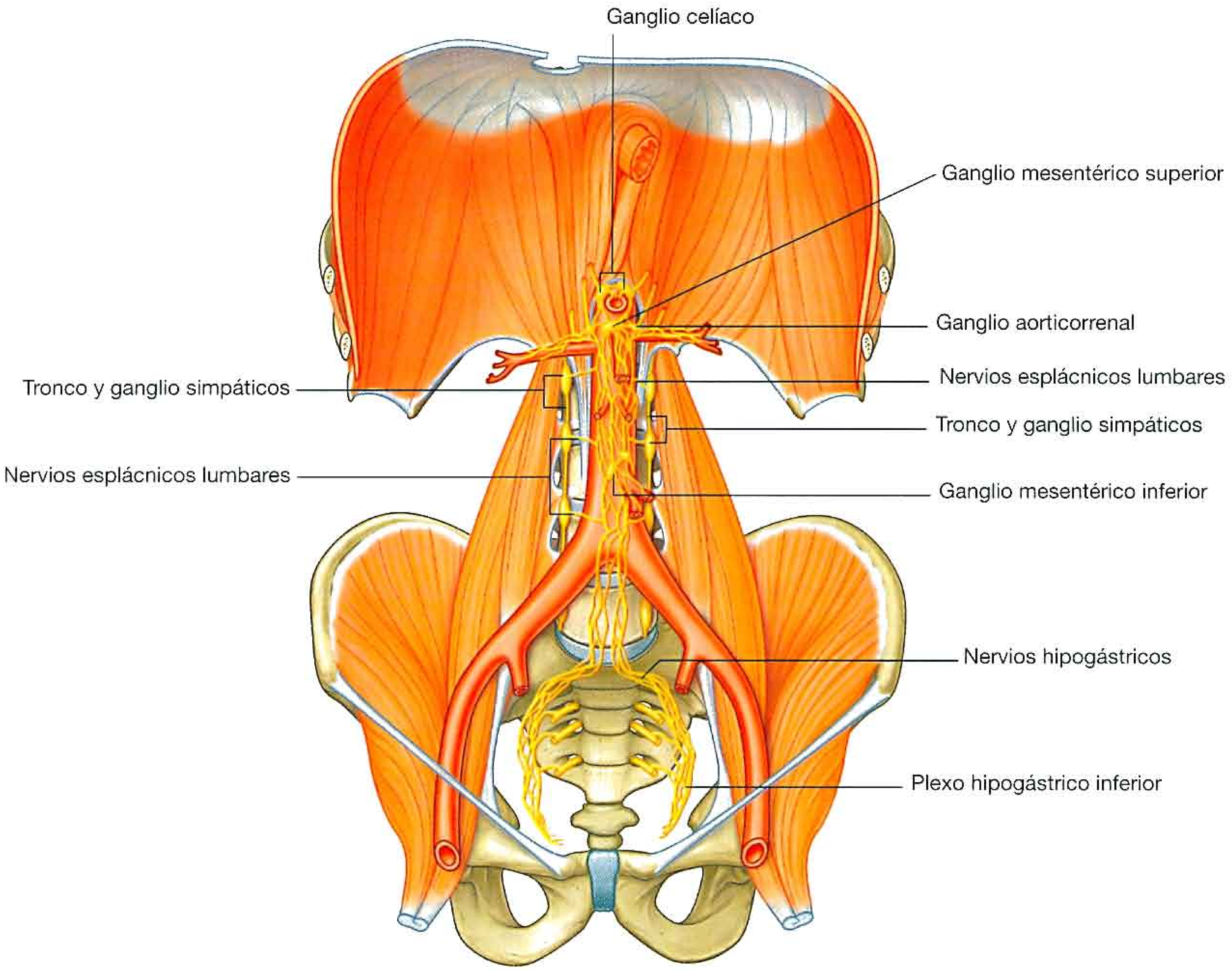


Fig. 4.137 Troncos simpáticos que pasan por la región posterior del abdomen.

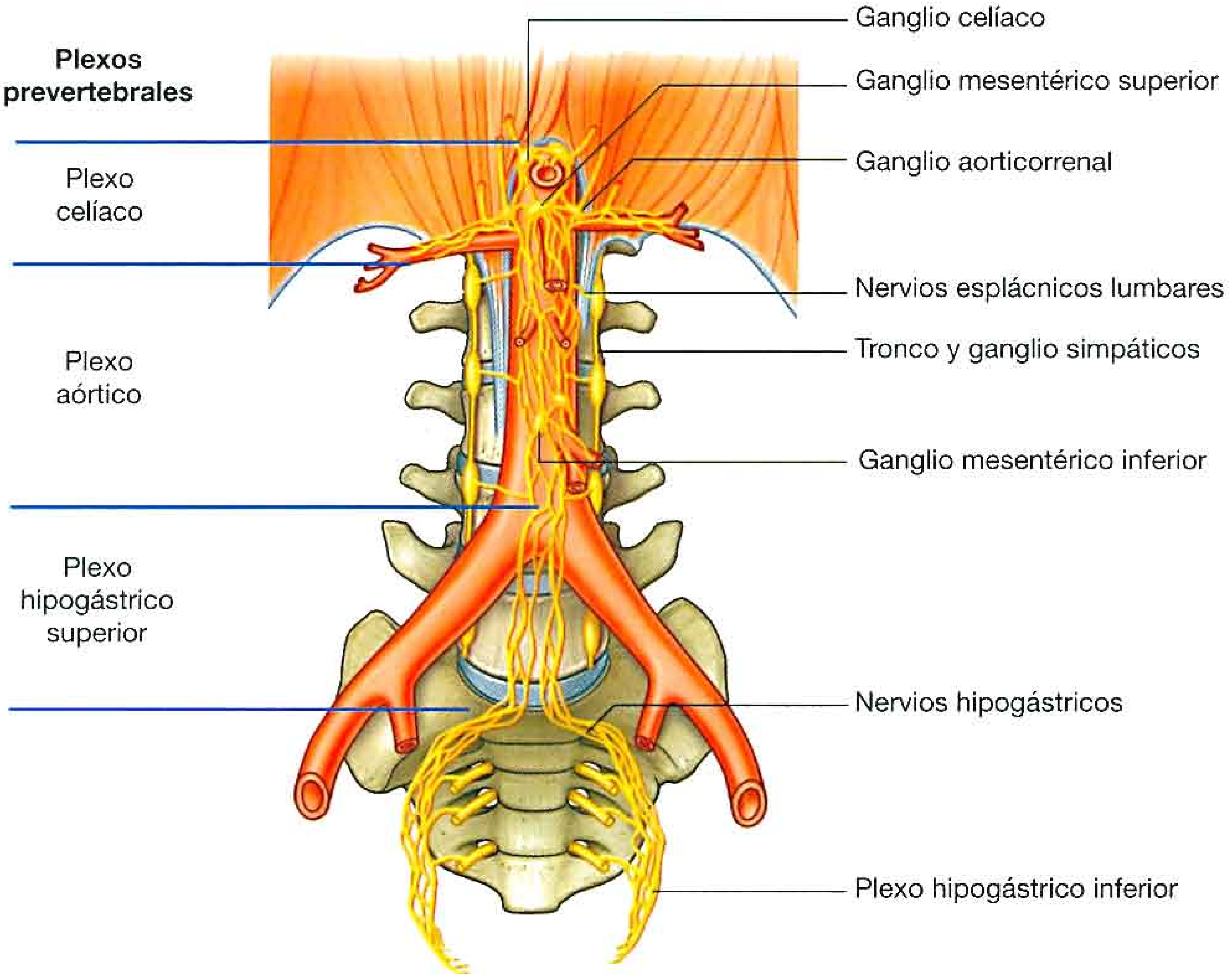


Fig. 4.138 Plexos y ganglios prevertebrales en la región posterior del abdomen.

El plexo abdominal prevertebral conduce en todo su recorrido:

- Las fibras parasimpáticas preganglionares y viscerales aferentes de los nervios vagos (X).
- Las fibras simpáticas preganglionares y viscerales aferentes de los nervios esplácnicos torácicos y lumbares.
- Las fibras parasimpáticas preganglionares de los nervios esplácnicos pélvicos (fig. 4.139).

Los **ganglios prevertebrales** son acúmulos de tejido nervioso relacionados con el plexo prevertebral abdominal. Están formados por neuronas simpáticas posganglionares que se pueden identificar agrupadas a lo largo del plexo prevertebral; reciben el nombre de la rama más cercana de la aorta abdominal. Por tanto son los **ganglios celíaco, mesentérico superior, aorticorrenal** y **mesentérico inferior** (fig. 4.140). Estas estructuras, junto con el plexo prevertebral, tienen una función muy importante en la inervación de las vísceras abdominales.

En la tabla 4.5 se enumeran las zonas habituales de dolor referido de las vísceras abdominales.

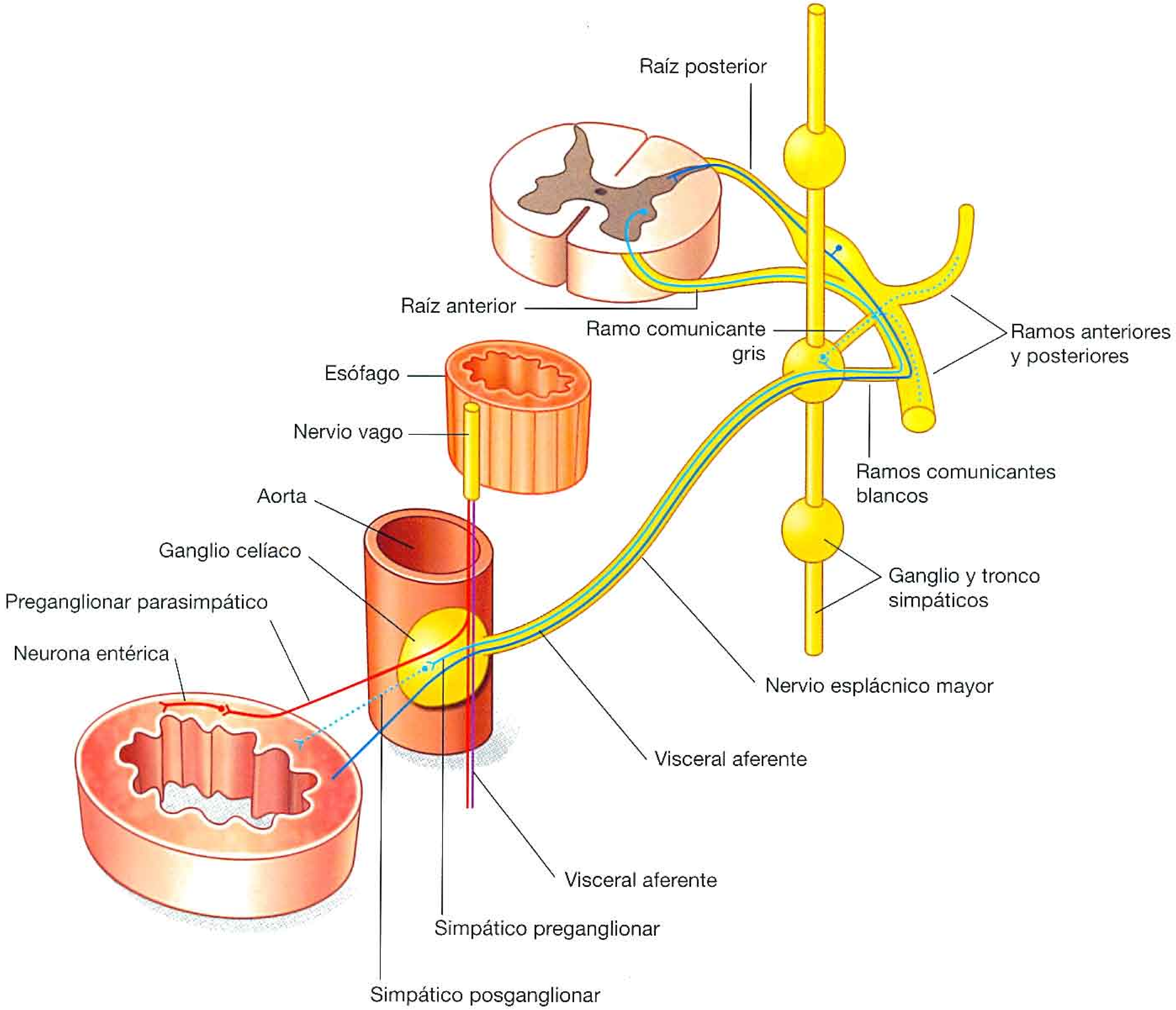


Fig. 4.139 Paso de fibras nerviosas por los plexos y ganglios prevertebrales del abdomen.

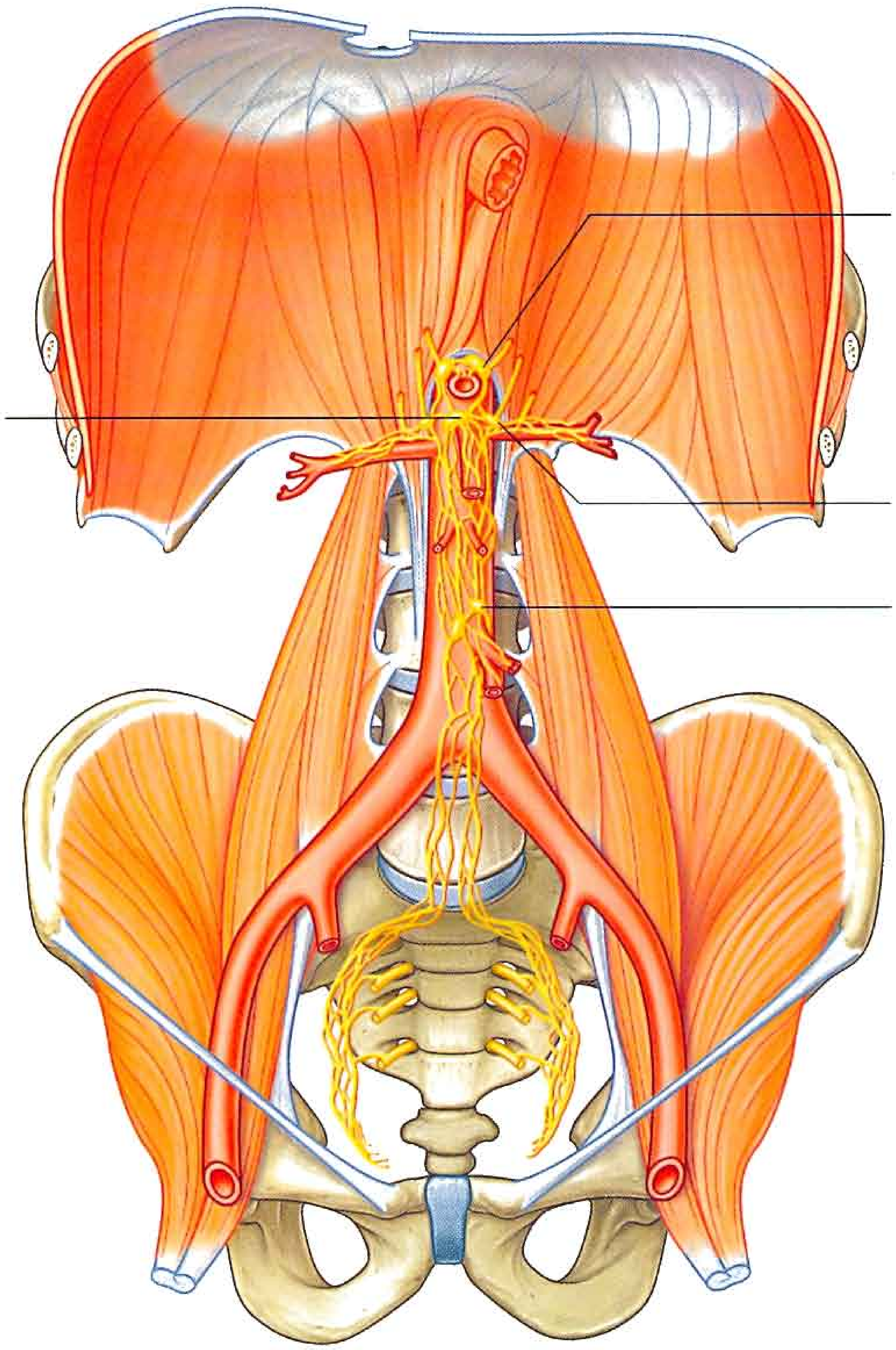


Fig. 4.140 Ganglios prevertebrales relacionados con el plexo prevertebral.

Tabla 4.5 Rutas del dolor referido (aferentes viscerales)

Órgano	Vía aferente	Nivel medular	Zona de referencia
Corazón	Nervios esplácnicos torácicos	T1 a T4	Tórax superior y cara interna del brazo
Intestino proximal (órganos irrigados por el tronco celíaco)	Nervio esplácnico mayor	T5a T9 (o T10)	Tórax inferior y región epigástrica
Intestino medio (órganos irrigados por la arteria mesentérica superior)	Nervio esplácnico menor	T9,T10 (o T10,T11)	Región umbilical
Riñones y uréter superior	Nervio esplácnico inferior	T12	Flancos (regiones laterales) e hipogastrio
Intestino distal (órganos irrigados por la arteria mesentérica inferior)	Nervios esplácnicos lumbares	L1,L2	Ingles y flancos derechos e izquierdos, cara anterior y lateral del muslo

Plexo lumbar

El plexo lumbar está formado por los ramos anteriores de los nervios L1 a L3, y la mayor parte de los ramos anteriores de L4 (fig. 4.141 y tabla 4.6). También contribuye el nervio T12 (subcostal).

Son ramos del plexo lumbar los nervios iliohipogástrico, ilioinguinal, genitofemoral y cutáneo lateral del muslo (cutáneo femoral lateral), femoral y obturador. El plexo lumbar se forma en el músculo psoas mayor por delante de su inserción en las apófisis transversas de las vértebras lumbares (fig. 4.142). Los ramos salen en relación con el músculo psoas mayor en situación:

- Anterior: nervio genitofemoral.
- Interno: nervio obturador.
- Lateral: nervios iliohipogástrico, ilioinguinal, femoral y cutáneo lateral del muslo.

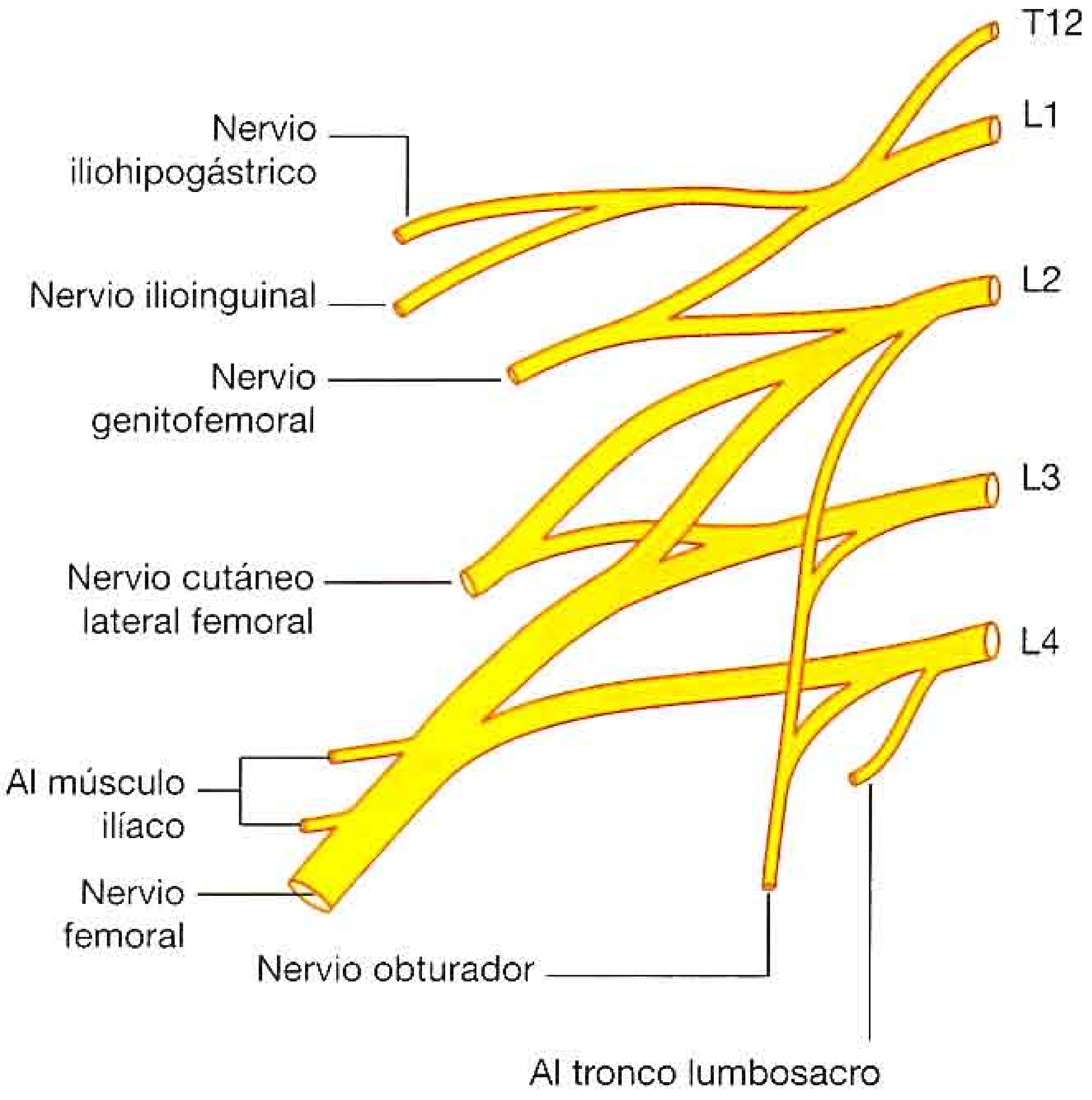


Fig. 4.141 Plexo lumbar.

Nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1)

Los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal salen del ramo anterior del nervio L1 en un tronco común (fig. 4.141). Antes o inmediatamente después de aparecer por el borde lateral del músculo psoas mayor, el tronco se divide en los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal.

Nervio iliohipogástrico

El **nervio iliohipogástrico** cruza la superficie anterior del músculo cuadrado de los lomos, posterior al riñón. Perfora el músculo transverso del abdomen y sigue por delante entre los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen. Por encima de la cresta ilíaca un **ramo cutáneo lateral** perfora los músculos oblicuo interno y externo para inervar la piel de la región glútea posterolateral (fig. 4.143).

Tabla 4.6 Ramos del plexo lumbar

Ramo	Origen	Segmentos medulares	Función: motora	Función: sensitiva
Iliohipogástrico	Ramo anterior de L1	L1	Oblicuo interno y transverso del abdomen	Piel de la región glútea posterolateral y piel del hipogastrio
Ilioinguinal	Ramo anterior de L1	L1	Oblicuo interno y transverso del abdomen	Piel de la cara superointerna del muslo, y piel de la raíz del pene y escroto anterior o monte de Venus y labios mayores
Genitofemoral	Ramo anterior de L1 y L2	L1,L2	Ramo genital; en el hombre músculo cremáster	Ramo genital, piel de la zona anterior del escroto o piel del monte de Venus y labios mayores; ramo femoral, piel de la región alta y anterior del muslo
Nervio lateral cutáneo del muslo	Ramo anterior de L2 y L3	L2,L3		Piel de las caras anterior y lateral del muslo hasta la rodilla
Obturador	Ramo anterior de L2 a L4	L2 a L4	Obturador externo, pectíneo y músculos del compartimento interno del muslo	Piel de la cara interna del muslo
Femoral	Ramo anterior de L2 a L4	L2 a L4	Ilíaco, pectíneo y músculos del compartimento anterior del muslo	Piel de la cara anterior del muslo e interna de la pierna

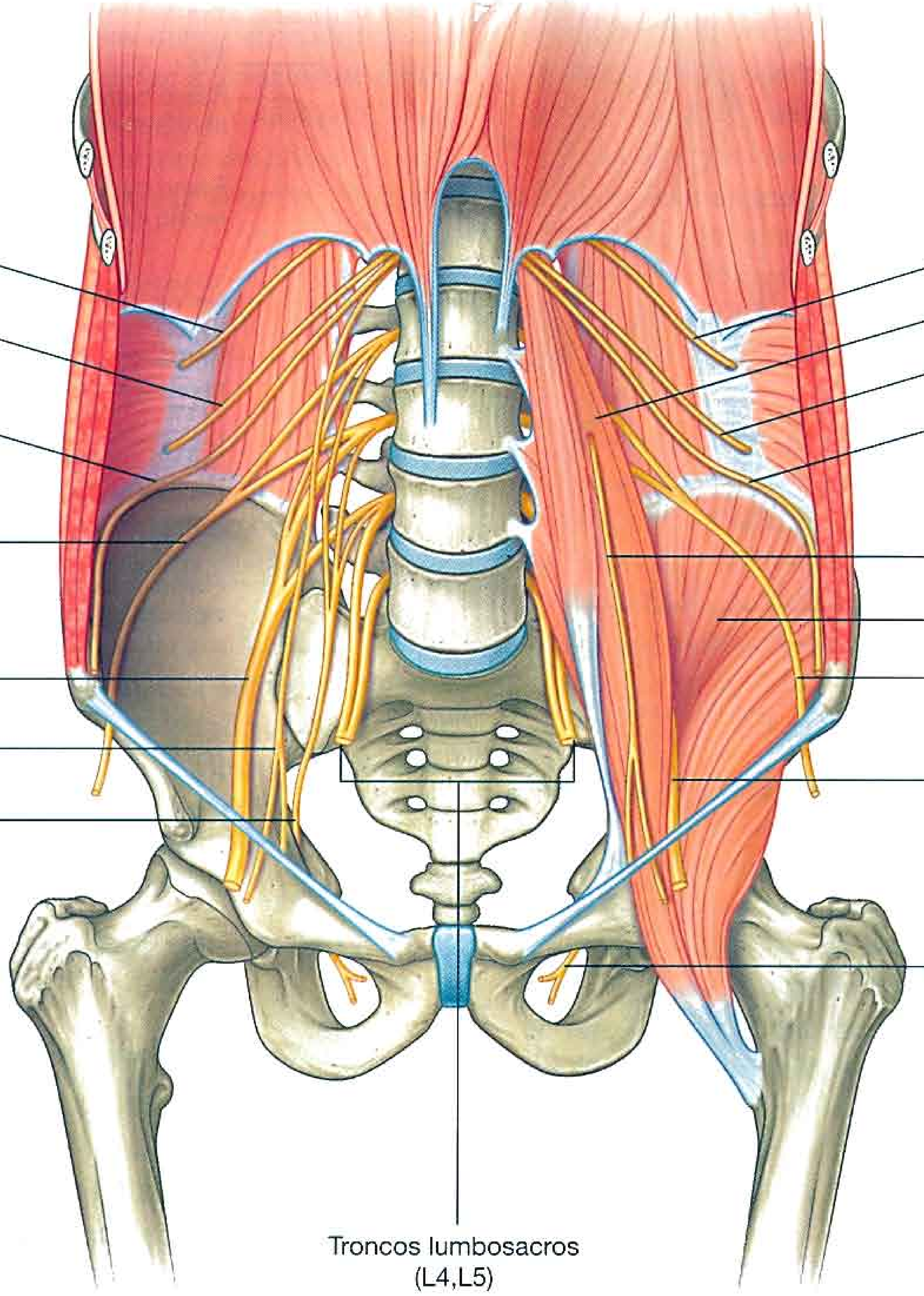


Fig. 4.142 Plexo lumbar en la región posterior del abdomen.

El resto del nervio iliohipogástrico (el **ramo cutáneo anterior**) sigue anteriormente, y atraviesa el oblicuo interno justo por dentro de la espina ilíaca anterosuperior, al continuar en dirección oblicua caudal y medialmente. Se convierte en cutáneo por encima del anillo inguinal superficial después de atravesar el oblicuo externo, y se distribuye por la piel de la región del pubis (fig. 4.143). En su recorrido da ramos que inervan los músculos abdominales.

Nervio ilioinguinal

El nervio ilioinguinal es más pequeño que el nervio iliohipogástrico y va más abajo que éste cuando cruza el músculo cuadrado de los lomos. Sigue una trayectoria más oblicua que el nervio iliohipogástrico, y habitualmente cruza parte del músculo ilíaco en su camino a la cresta ilíaca. Cerca del extremo anterior de la cresta ilíaca, atraviesa el transverso del abdomen, y después el músculo oblicuo interno, y entra en el conducto inguinal.

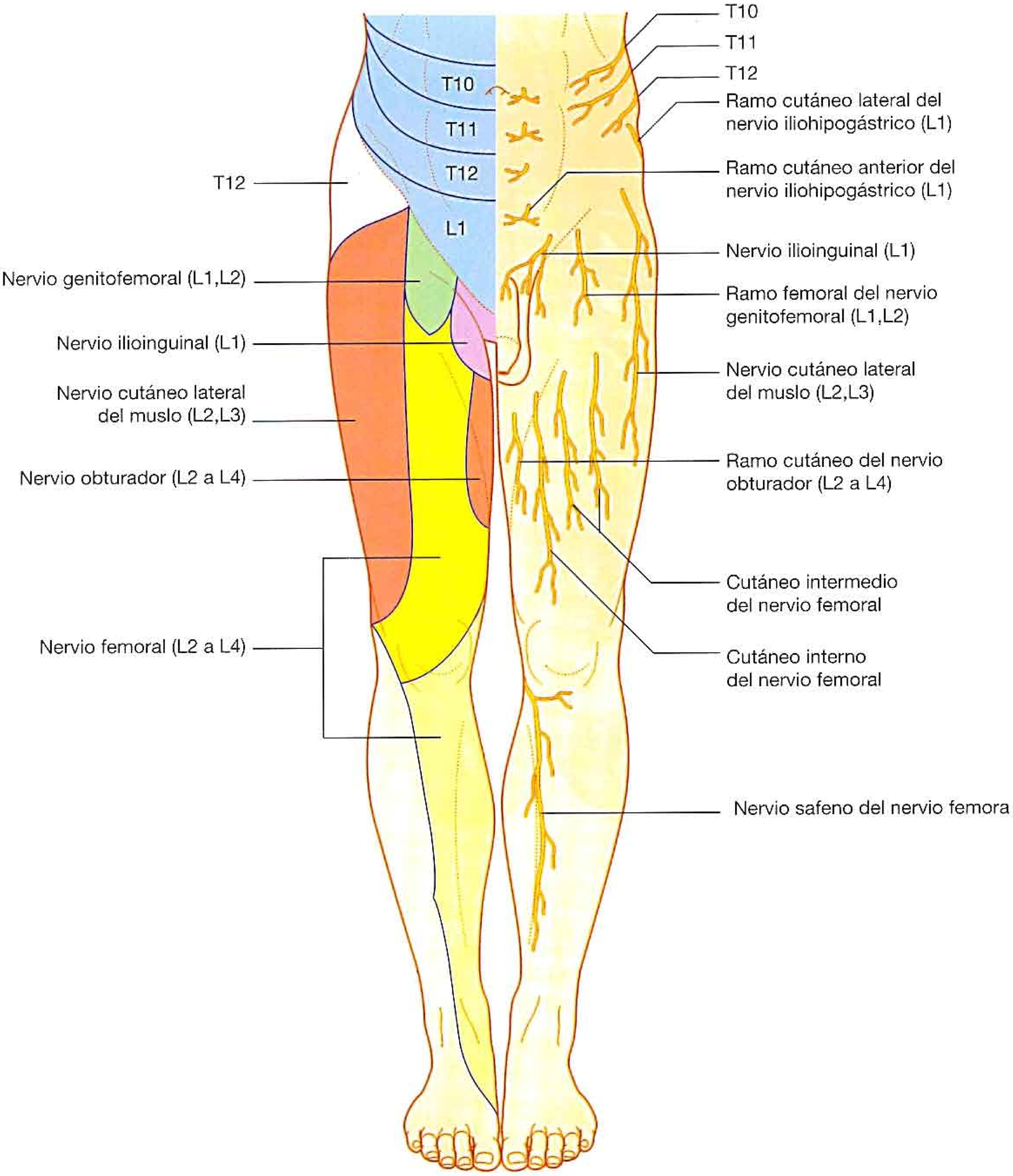


Fig. 4.143 Distribución cutánea de los nervios del plexo lumbar.

El nervio ilioinguinal sale por debajo del anillo inguinal superficial, junto al cordón espermático, e inerva la piel de la parte superointerna del muslo, la raíz del pene y la superficie anterior del escroto en hombres, o el monte de Venus y labios mayores en mujeres (fig. 4.143). En su recorrido da ramos a los músculos del abdomen.

Nervio genitofemoral (L1 y L2)

El nervio genitofemoral sale de los ramos anteriores de los nervios L1 y L2 (fig. 4.141). Se dirige inferiormente dentro del músculo psoas mayor hasta que sale en su superficie anterior. Después desciende por la superficie del músculo, en situación retroperitoneal, y pasa posterior al uréter. Al final se divide en ramos genital y femoral.

El **ramo genital** continúa inferiormente y entra en el conducto inguinal a través del anillo inguinal profundo. Sigue por el conducto y:

- En hombres, inerva el músculo cremáster y termina en la piel en la porción anterior y superior del escroto.
- En mujeres, va con el ligamento redondo del útero y termina en la piel del monte de Venus y labios mayores.

El **ramo femoral** desciende por la cara lateral de la arteria ilíaca externa, y después de pasar por detrás del ligamento inguinal entra en la vaina femoral al lado de la arteria femoral. Atraviesa la capa anterior de la vaina de la femoral y la fascia lata para inervar la piel de la parte superoanterior del muslo (fig. 4.143).

Nervio cutáneo lateral del muslo (L2 y L3)

El nervio cutáneo lateral del muslo sale de los ramos anteriores de los nervios L2 y L3 (fig. 4.141). Sale por el borde lateral del músculo psoas mayor, y va hacia la espina ilíaca anterosuperior cruzando el músculo ilíaco en dirección oblicua (fig. 4.142). Pasa posterior al ligamento inguinal y entra en el muslo.

El nervio cutáneo lateral del muslo inerva la piel de la cara lateral y anterior del muslo hasta la rodilla (fig. 4.143).

Nervio obturador (L2 a L4)

El nervio obturador surge de los ramos anteriores de los nervios L2 a L4 (fig. 4.141). Desciende en el músculo psoas mayor y sale por su lado interno cerca del borde pélvico (fig. 4.142).

El nervio obturador sigue por detrás de los vasos ilíacos primitivos, pasa a través de la pared lateral de la cavidad pélvica, entra en el conducto obturador, y a través de él llega al compartimiento interno del muslo.

En la zona del conducto obturador, el nervio obturador se divide en **ramos anteriores** y **posteriores.** Al entrar en el compartimiento interno del muslo, los dos ramos están separados por los músculos obturador externo y aductor mínimo. En su recorrido por el compartimiento interno del muslo, estos dos nervios dan ramos:

- Articulares en la articulación de la cadera.
- Musculares al obturador externo, pectíneo, aductor largo, grácil, aductor corto y aductor mayor.
- Cutáneas a la cara interna del muslo.
- Junto al nervio safeno, ramos cutáneos a la cara interna de la parte superior de la pierna y ramos articulares a la rodilla (fig. 4.143).

Nervio femoral (L2 a L4)

El nervio femoral sale de los ramos anteriores de los nervios L2 a L4 (fig. 4.141). Desciende a través del músculo psoas mayor, y sale por el borde inferior lateral del psoas mayor (fig. 4.142). Sigue bajando entre el borde lateral de este músculo y la superficie anterior del músculo ilíaco. Está por debajo de la fascia del ilíaco y al lado de la arteria femoral cuando pasa posterior al ligamento inguinal y entra en el compartimento anterior del muslo. Allí se divide en muchos ramos.

Los ramos cutáneos del nervio femoral son:

- Nervios cutáneos interno e intermedio que inervan la piel de la superficie anterior del muslo.
- El **nervio safeno,** que inerva la piel de la superficie interna de la pierna (fig. 4.143).

Los ramos musculares inervan los músculos ilíaco, pectíneo, sartorio, recto anterior, vasto interno, vasto intermedio y vasto lateral. Los ramos articulares inervan las articulaciones de la cadera y la rodilla.

Anatomía de superficie

Anatomía de superficie del abdomen

En la exploración física es fundamental hacerse una idea de la posición de las vísceras abdominales. Algunas se pueden palpar a través de la pared del abdomen. Se pueden utilizar referencias de la superficie para determinar la posición de estructuras profundas (fig. 4.144).

Fig. 4.144 Paredes anterior y posterior del abdomen. **A.** Anterior en la mujer. **B.** Posterior en la mujer. **C.** Anterior en el varón. **D.** Posterior en el varón.

Determinar la proyección en la superficie del abdomen

Para localizar el contenido del abdomen en la superficie del cuerpo se pueden utilizar referencias palpables. Éstas son:

- En la parte superior, el borde costal.
- En la parte inferior, el tubérculo del pubis, la espina ilíaca anterosuperior y la cresta ilíaca (fig. 4.145).

El borde costal se palpa fácilmente y separa la pared del abdomen de la pared del tórax.

El ligamento inguinal está en la línea que une la espina ilíaca anterosuperior y el tubérculo del pubis. Separa la pared anterior del abdomen y muslo en la extremidad inferior.

La cresta ilíaca separa la pared posterolateral del abdomen de la región glútea en la extremidad inferior.

La parte superior de la cavidad peritoneal llega más arriba del margen costal hasta el diafragma y por tanto la pared del tórax protege las vísceras abdominales de esta zona.

La posición del diafragma varía durante la respiración. La cúpula diafragmática derecha puede llegar hasta el cuarto cartílago costal durante la espiración forzada.

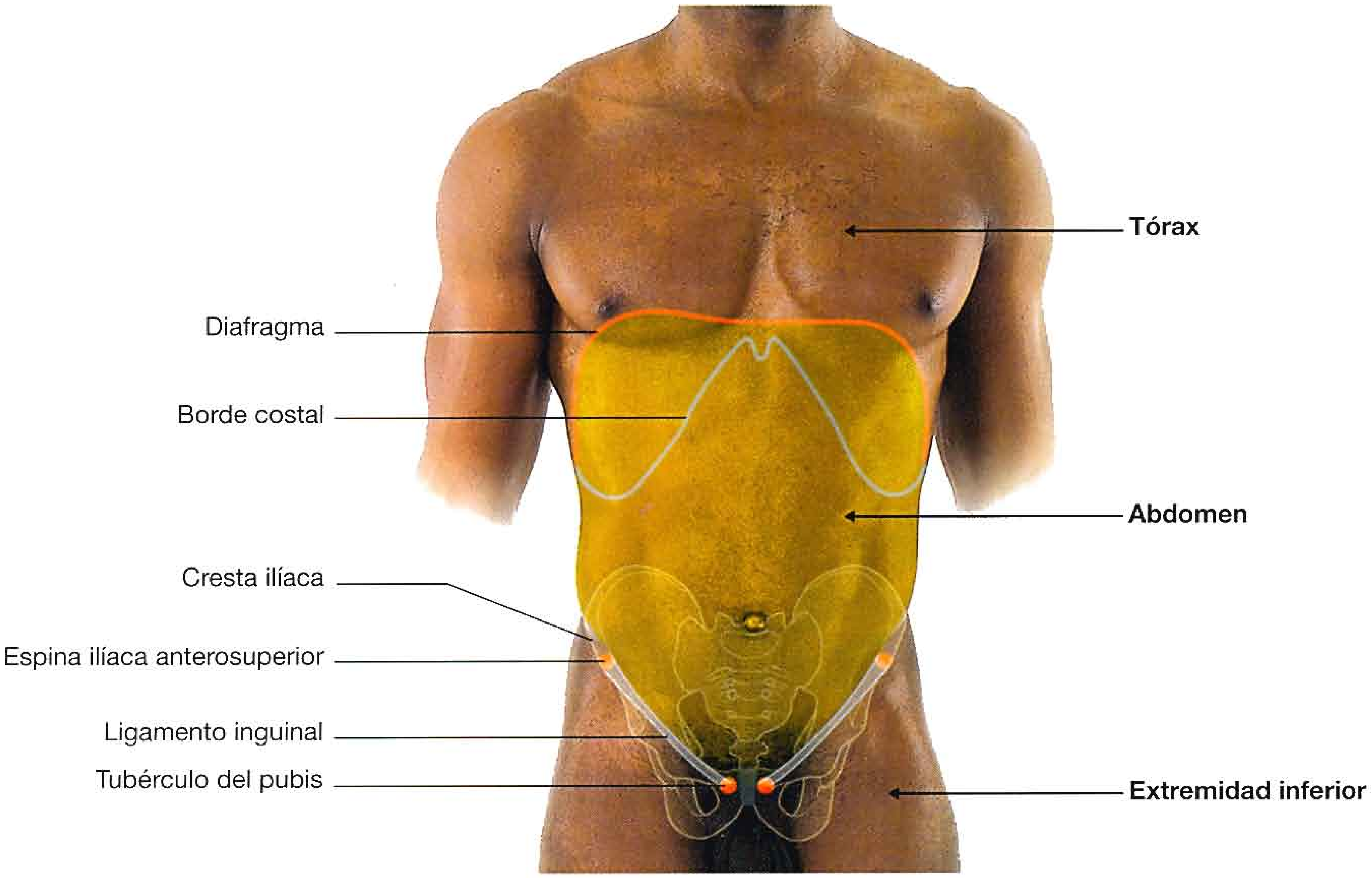


Fig. 4.145 Vista anterior de la región abdominal en el hombre. Se indican las referencias óseas palpables, el ligamento inguinal y la situación del diafragma.

Cómo localizar el anillo inguinal superficial

El anillo inguinal superficial es un defecto triangular alargado en la aponeurosis del oblicuo externo (fig. 4.146). Se sitúa en la parte inferior de la cara interna de la pared anterior del abdomen y es la abertura externa del conducto inguinal. El conducto inguinal y el anillo superficial son mayores en los hombres que en las mujeres:

- Las estructuras que pasan entre el abdomen y los testículos van por el conducto inguinal y el anillo inguinal superficial en los hombres.

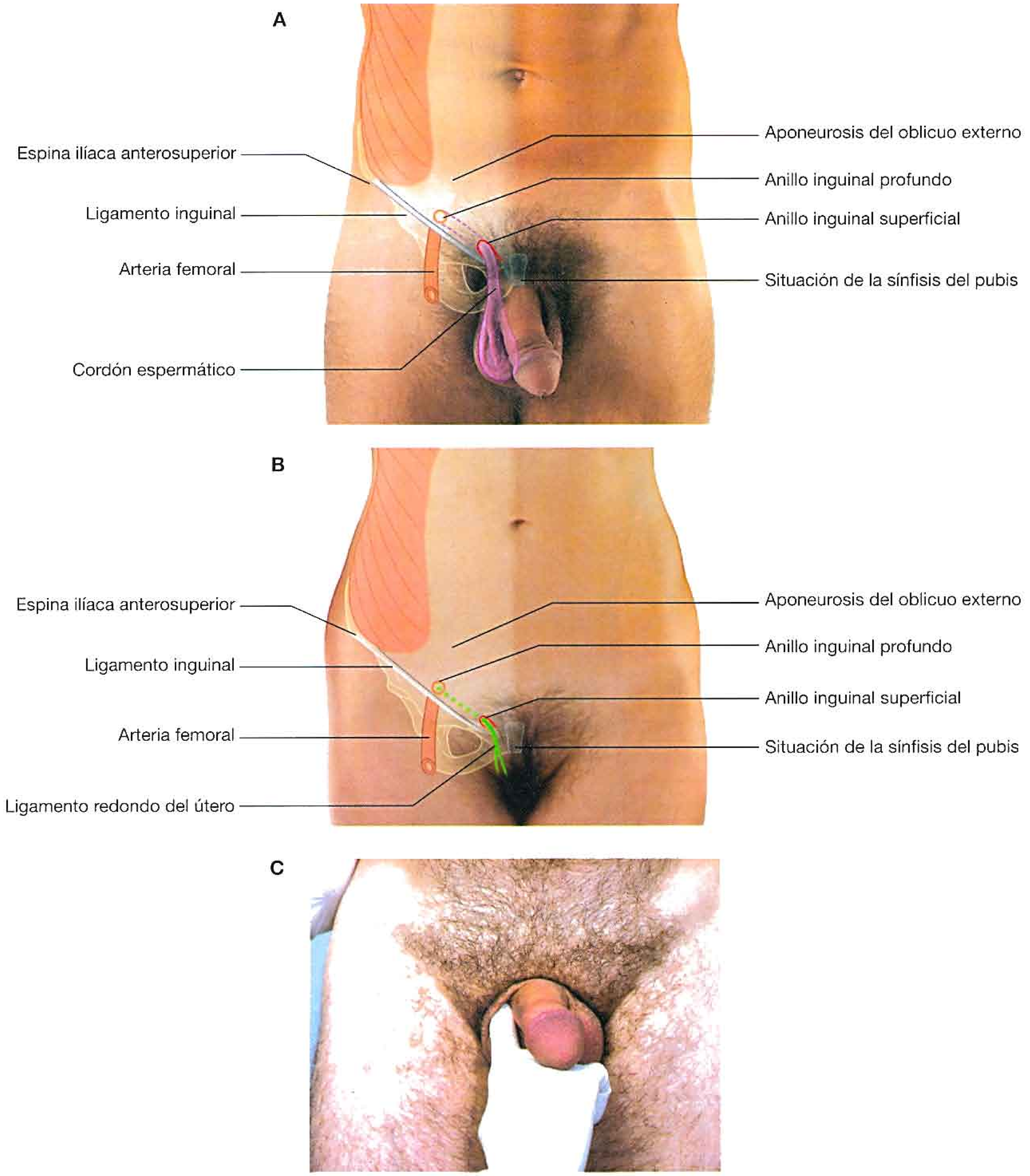


Fig. 4.146 Ingle. **A.** En el varón. **B.** En la mujer. **C.** Exploración del anillo inguinal superficial y regiones relacionadas en el conducto inguinal del varón.

- El ligamento redondo del útero pasa por el conducto inguinal y el anillo superficial y se une al tejido conjuntivo de los labios mayores en las mujeres.

El anillo inguinal superficial está por encima del tubérculo y la cresta del pubis y del límite interno del ligamento inguinal:

- El anillo inguinal superficial se puede localizar con facilidad en hombres siguiendo el cordón espermático hacia arriba hasta la pared anterior del abdomen, la fascia espermática externa del cordón continúa en los márgenes del anillo inguinal superficial.
- En mujeres se puede palpar el tubérculo del pubis y el anillo es superior y lateral.

El anillo inguinal profundo, que es la abertura interna del conducto inguinal, es superior al ligamento inguinal, en el punto medio entre la espina ilíaca anterior y la sínfisis del pubis. Se puede palpar el latido de la arteria femoral en la misma posición, pero caudal al ligamento inguinal.

El anillo y las partes del conducto inguinal relacionadas con él se exploran con frecuencia porque es el punto donde se producen las hernias inguinales, sobre todo en hombres.

Cómo determinar los niveles vertebrales

Los niveles vertebrales lumbares son útiles para hacerse una idea de la posición de las vísceras y los vasos principales. La posición aproximada de las vértebras lumbares puede confirmarse utilizando referencias palpables o visibles (fig. 4.147):

- El plano transpilórico, que pasa por los límites internos de los novenos cartílagos costales y el cuerpo de la vértebra L1, corta el cuerpo en el punto medio entre la escotadura yugular y la sínfisis del pubis.
- El plano horizontal que pasa por el borde inferior del margen costal (décimo cartílago costal) y el cuerpo de la vértebra L3, en condiciones normales el ombligo está en el plano horizontal que pasa por el disco intervertebral L3-L4.

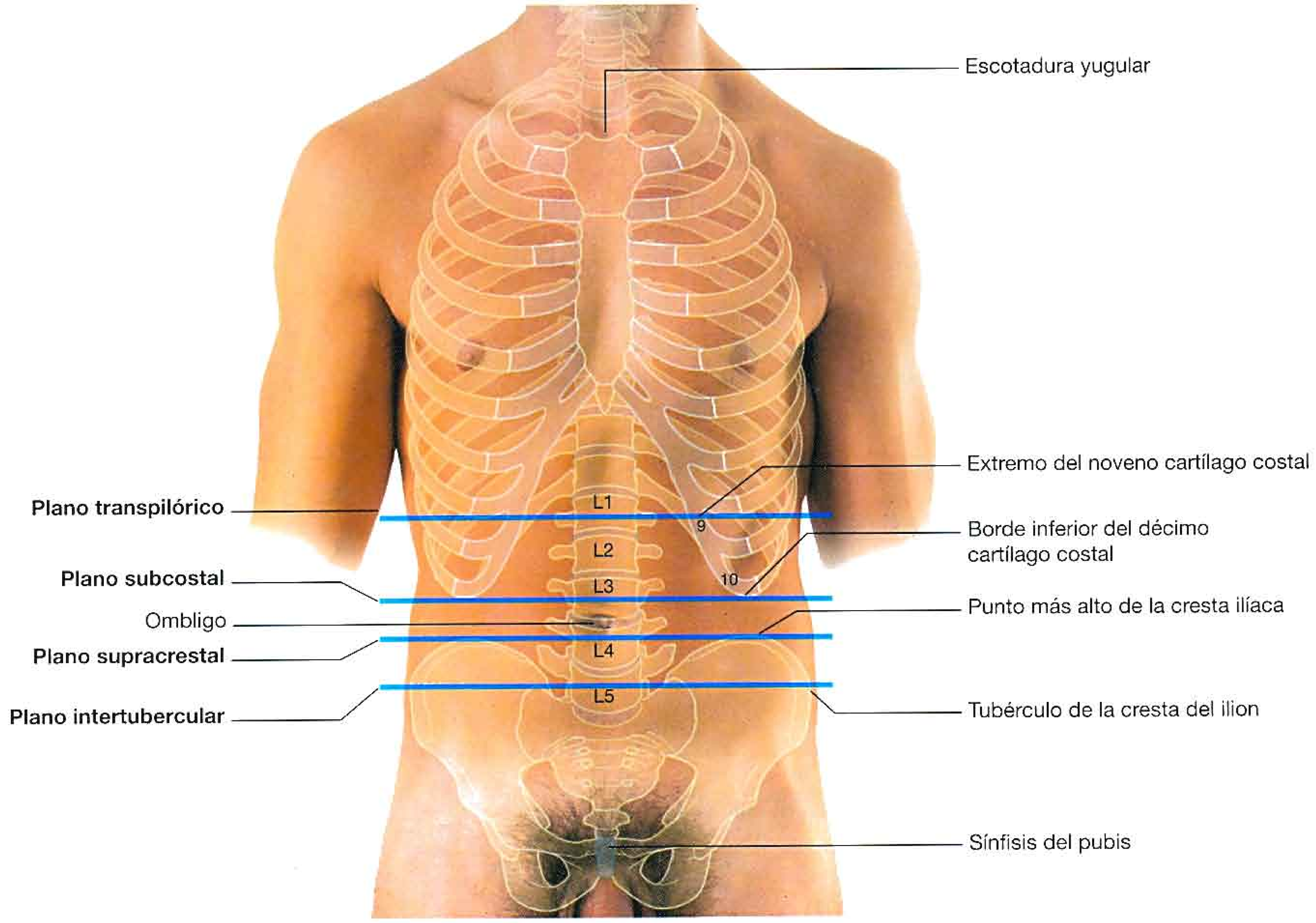


Fig. 4.147 Se indican las referencias utilizadas para localizar las vértebras lumbares. Visión anterior de la región abdominal de un varón.

- El plano horizontal (plano supracrestal) que une los puntos más altos de las crestas ilíacas pasa por la espina y el cuerpo de la vértebra L4.
- El plano entre los tubérculos de la cresta ilíaca pasa por el cuerpo de la vértebra L5.

Estructuras en el nivel vertebral L1

El plano transpilórico, que corta transversalmente el cuerpo en el punto medio entre la escotadura yugular y la sínfisis del pubis, y une los extremos de los novenos cartílagos costales, marca el nivel vertebral L1 (fig. 4.148). En este nivel se encuentran:

- El principio y el límite alto del extremo del duodeno.
- Los hilios renales.
- El cuello del páncreas.
- La salida de la arteria mesentérica superior de la aorta.

Los ángulos cólicos izquierdo y derecho están cerca de este nivel.

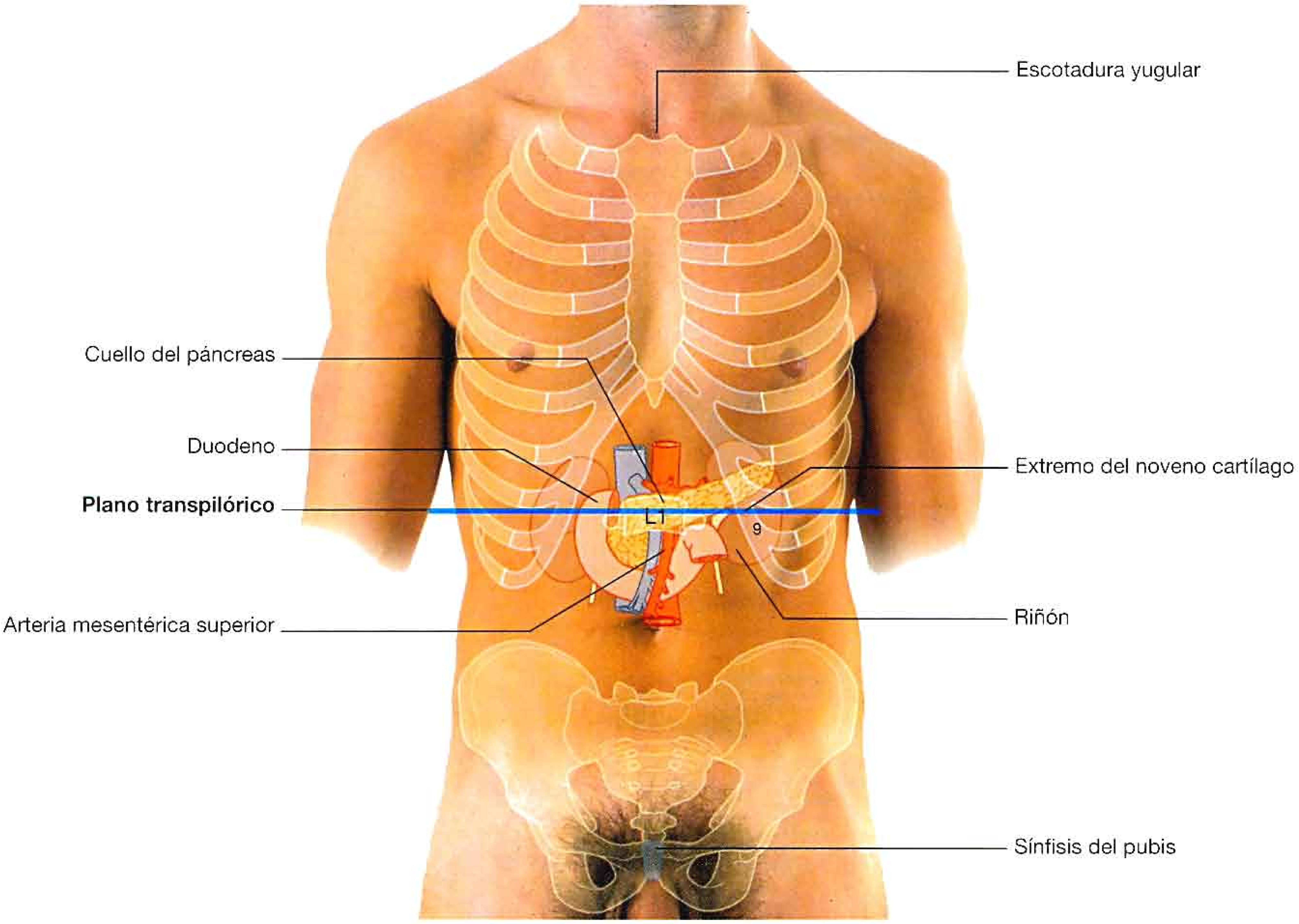


Fig. 4.148 Nivel vertebral L1 y vísceras importantes en este nivel. Visión anterior de la región abdominal de un varón.

Localización de las principales vísceras en los cuadrantes del abdomen

El abdomen puede dividirse en cuadrantes utilizando un plano vertical mediano y un plano horizontal transumbilical que pasa por el ombligo (fig. 4.150):

- El hígado y la vesícula biliar están en el cuadrante superior derecho.
- El estómago y el bazo están en el cuadrante superior izquierdo.
- El ciego y el apéndice están en el cuadrante inferior derecho.
- El extremo del colon descendente y el colon sigmoide están en el cuadrante inferior izquierdo.

La mayor parte del hígado está por debajo de la cúpula diafragmática derecha y cubierto por la parte inferior de la pared del tórax. El borde inferior del hígado se puede palpar introduciendo la mano por debajo del borde costal con el paciente en inspiración profunda. En la inspiración profunda, el borde hepático puede «resbalar» por debajo de los dedos del explorador colocados debajo del borde costal.

El punto de McBurney es una de las proyecciones superficiales más frecuentes del apéndice. Se localiza a un tercio de la distancia que hay entre la espina ilíaca anterosuperior y el ombligo.

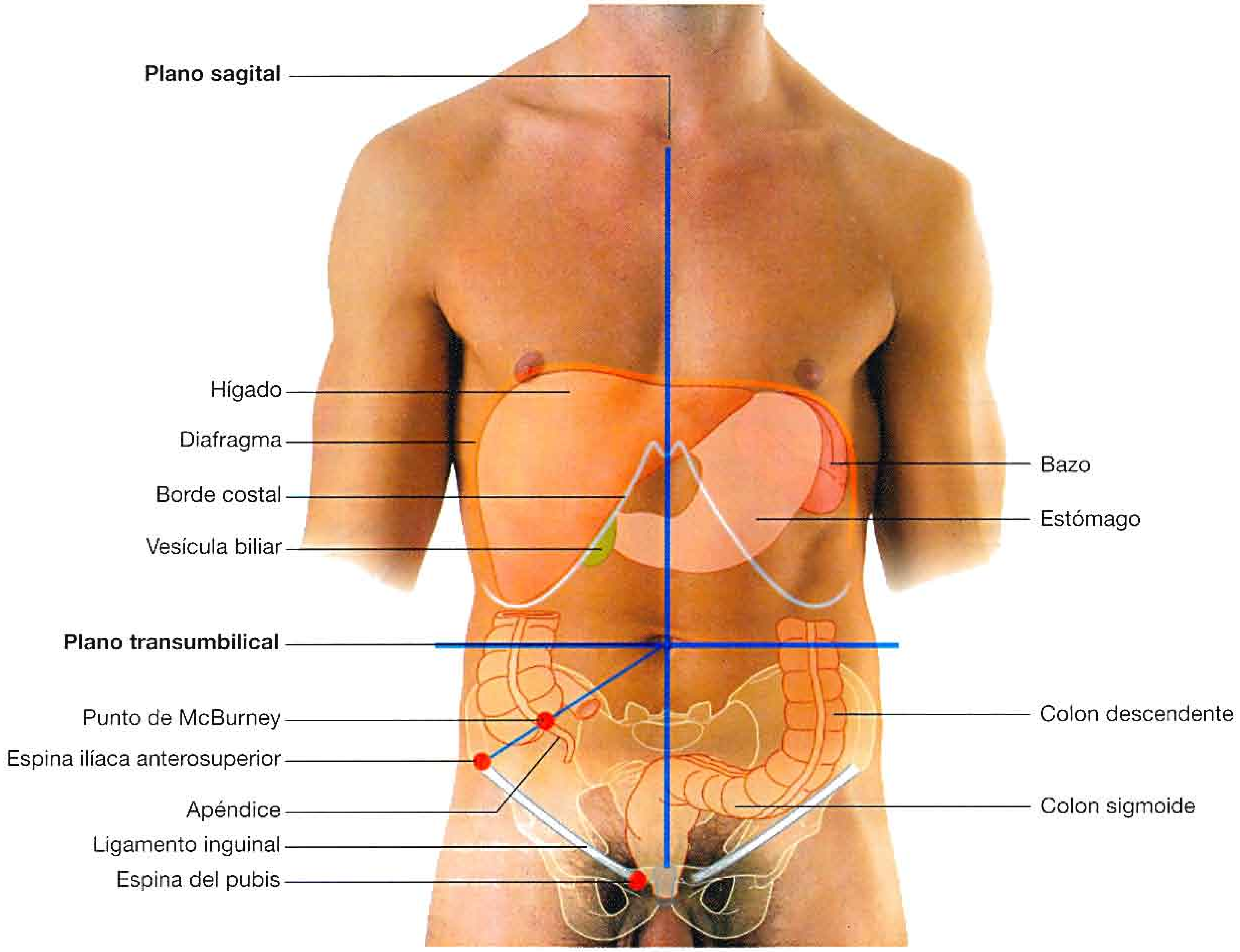


Fig. 4.150 Cuadrantes del abdomen y situación de las vísceras más importantes. Visión anterior del abdomen de un hombre.

Regiones superficiales de dolor referido

El abdomen puede dividirse en nueve regiones utilizando un plano coronal medioclavicular a cada lado, y los planos transversos subcostal e intertubercular (fig. 4.151). Estos planos dividen el abdomen en:

- Tres regiones centrales (epigástrica, umbilical e hipogastrio).
- Tres regiones en cada lado (hipocondrio, región lateral y región inguinal).

El dolor de la porción abdominal del intestino proximal se localiza en la región epigástrica, el dolor del intestino medio en la región umbilical, y el dolor del intestino distal en hipogastrio.

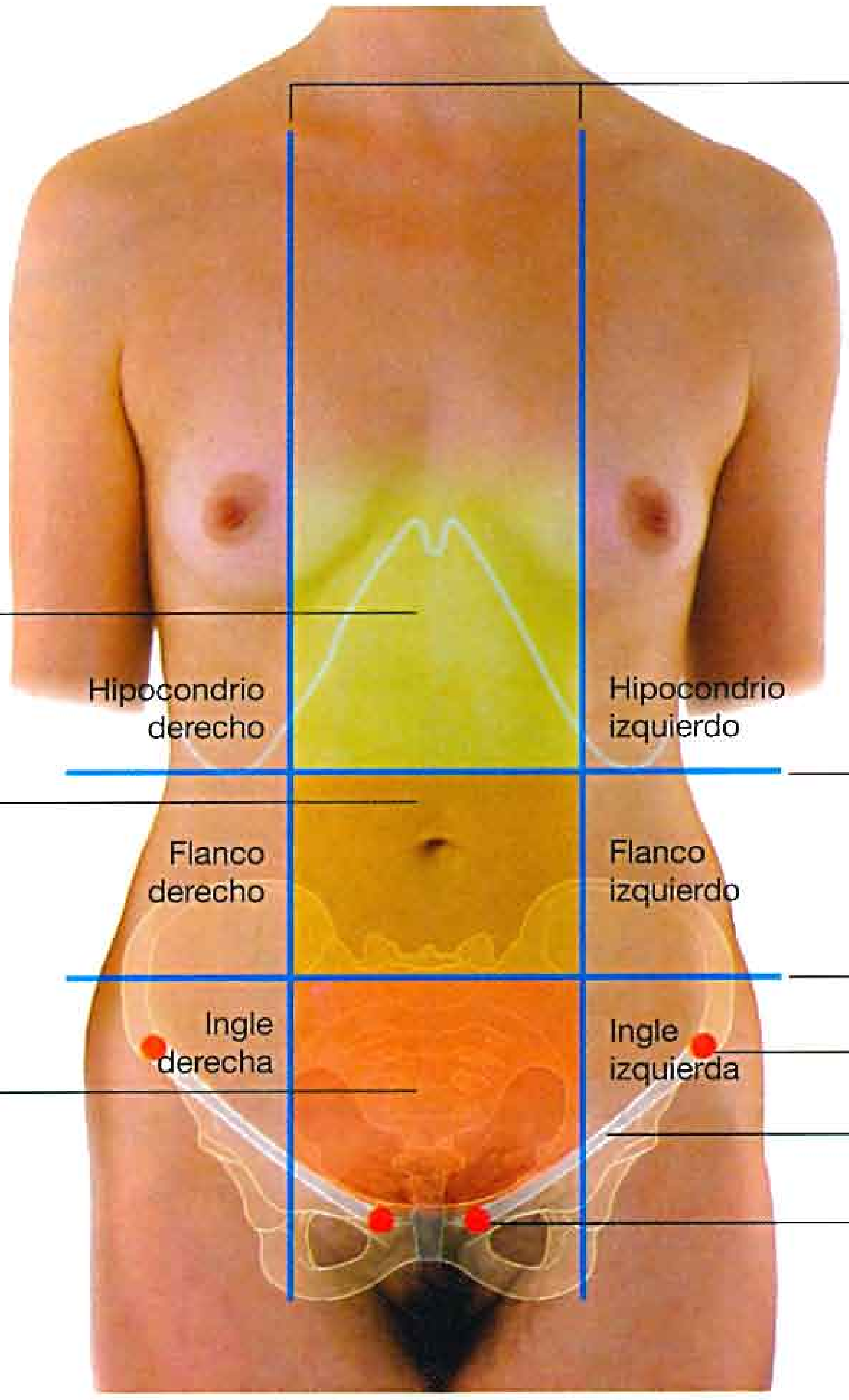


Fig. 4.151 Las nueve regiones del abdomen. Visión anterior de una mujer.

Localización de los riñones

Los riñones se proyectan hacia la espalda a los lados de la línea media y están relacionados con las últimas costillas (fig. 4.152):

- El riñón izquierdo está un poco más arriba que el derecho y llega hasta la costilla 11.
- El polo superior del riñón derecho sólo llega a la costilla 12.

Los polos inferiores de ambos riñones están cerca del nivel del disco intervertebral L3-L4. Los hilios renales y el principio de los uréteres están aproximadamente en la vértebra L1.

Los uréteres descienden verticalmente por delante de la punta de las apófisis transversas de las vértebras lumbares inferiores y entran en la pelvis.

Localización del bazo

El bazo se proyecta en el lado izquierdo y la espalda en la zona de las costillas 9 a 11 (fig. 4.153). Sigue el contorno de la costilla 10 y va desde el polo superior renal izquierdo a la línea medioaxilar (justo por detrás)

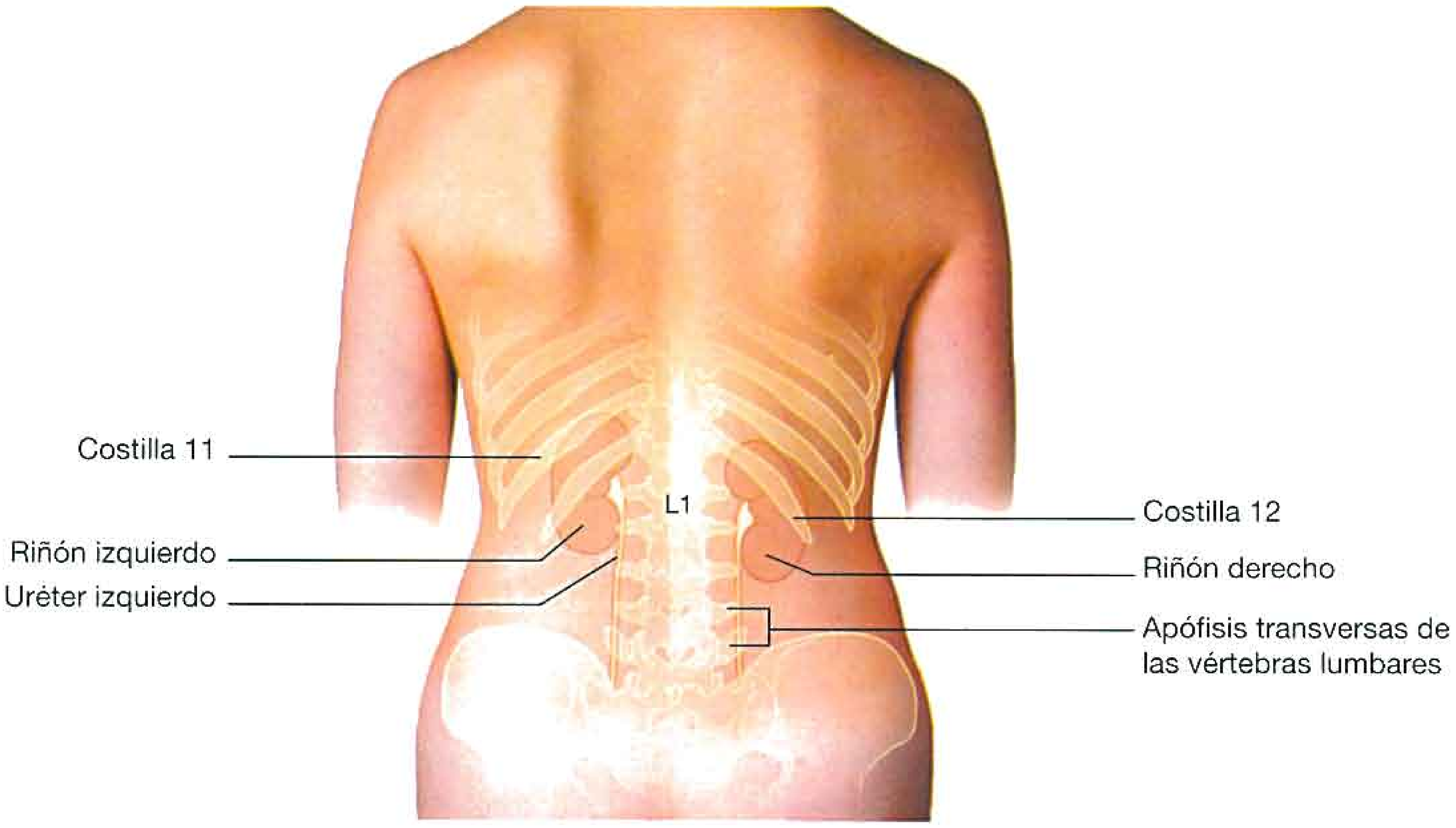


Fig. 4.152 Proyección superficial de los riñones y uréteres. Visión posterior de la región abdominal de una mujer.

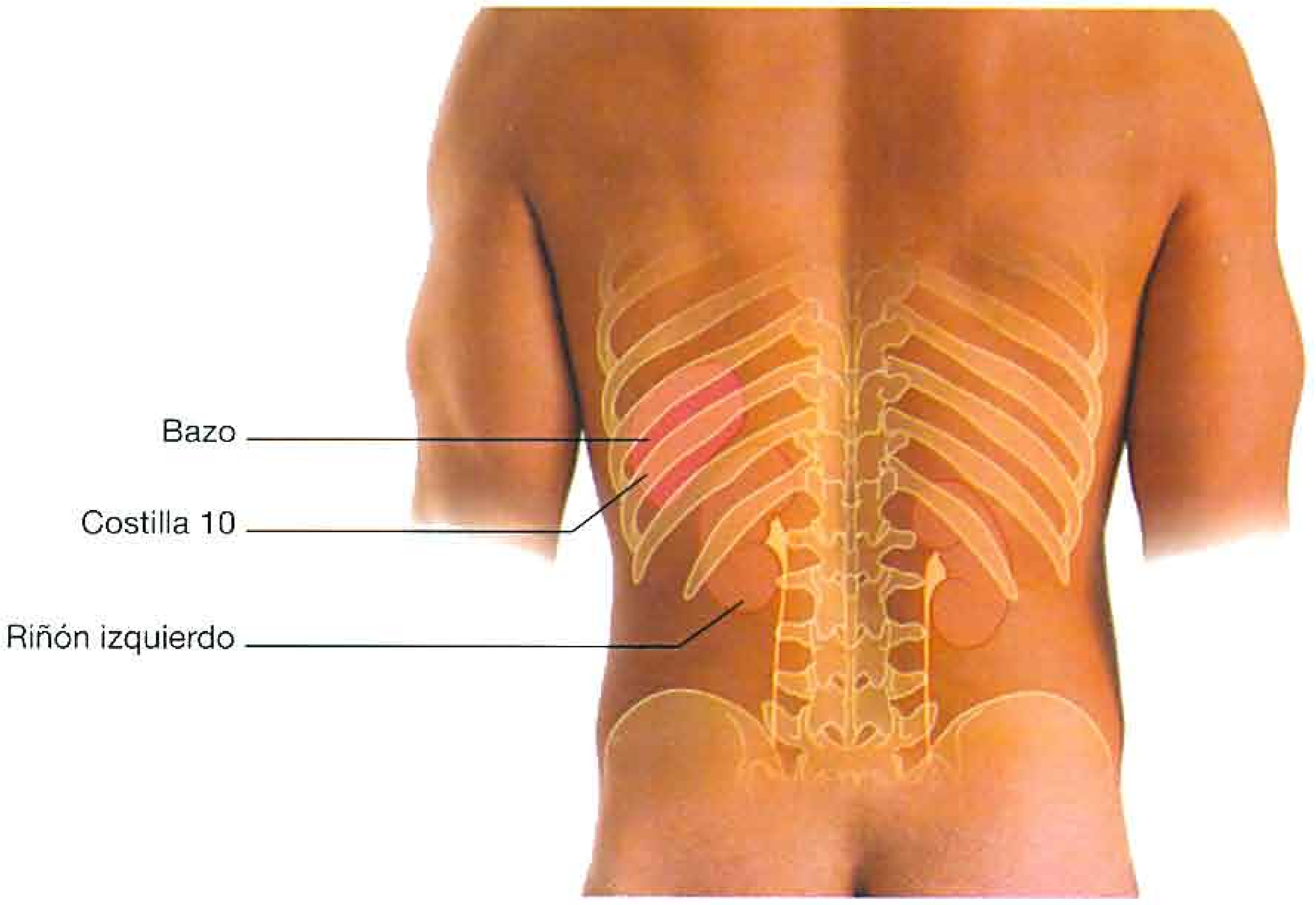


Fig. 4.153 Proyección superficial del bazo. Visión posterior de un varón.

Casos clínicos

Caso 1

Rotura traumática del diafragma

Hombre de 45 años que consulta por dolor epigástrico discreto, y se le diagnostica reflujo esofágico. Se trata con medicamentos adecuados y responde al tratamiento. Sin embargo, en el momento de la primera consulta, el médico de familia solicitó una radiografía de tórax, en la que se observó un abultamiento del diafragma izquierdo y fracturas costales antiguas.

Se llamó al paciente para una valoración más exhaustiva.

Estaba satisfecho con el tratamiento recibido, pero preocupado por la llamada para nuevas exploraciones. En la anamnesis refirió accidente de motocicleta y laparotomía por «rotura». El paciente no recordaba qué tipo de intervención habían realizado, pero le aseguraron que el resultado había sido muy bueno.

Probablemente al paciente se le realizó una esplenectomía.

En cualquier paciente que haya sufrido un traumatismo abdominal cerrado (como un accidente de motocicleta), las fracturas costales bajas en el lado izquierdo son un signo de traumatismo importante.

La revisión de la historia clínica del paciente reveló que en el momento del accidente se realizó una esplenectomía, pero no se observó una pequeña rotura en la cúpula diafragmática izquierda. Con el tiempo se produjo una hernia a través de la que se introducía intestino en el tórax, produciendo el «abombamiento» observado en la radiografía de tórax.

Puesto que la lesión se había producido muchos años antes y el paciente no había tenido síntomas, se le dio el alta ya que es improbable que tenga algún problema.

Caso 2

Trombosis crónica de la vena cava inferior

Se pidió a un estudiante de medicina que observara el abdomen de dos pacientes. En el primer paciente apreció venas irregulares originadas en el ombligo y dirigidas hacia la periferia. En el segundo paciente observó venas irregulares en dirección caudocraneal, de la ingle al tórax en la pared anterior del abdomen. Se le pidió exponer los hallazgos e interpretarlos.

En el primer paciente las venas drenaban desde la región periumbilical hacia fuera. En personas normales no hay venas dilatadas desde el ombligo. En pacientes con hipertensión portal, la presión venosa portal está aumentada debido a la hepatopatía. En la vena umbilical obliterada y alrededor de ella se forman pequeñas venas colaterales. Estas venas cruzan el ombligo y drenan en la pared anterior del abdomen, formando anastomosis portosistémicas. El diagnóstico de este paciente fue cirrosis hepática.

Las venas en dirección caudocraneal en la pared anterior del abdomen del segundo paciente no son habituales en la cara anterior del abdomen. Cuando las venas están tan dilatadas, habitualmente hay una obstrucción en las venas normales y se desarrolla una ruta alternativa. En condiciones normales, la sangre de las extremidades inferiores y de los órganos retroperitoneales drena en la vena cava inferior y va a la aurícula derecha. Este paciente tenía una trombosis crónica de la vena cava inferior que impedía el retorno venoso al corazón por la ruta normal.

La sangre de las extremidades inferiores y la pelvis puede drenar por una serie de vasos colaterales, entre los que están las venas epigástricas inferiores superficiales, que discurren por la fascia superficial. Se anastomosan con los sistemas venosos epigástricos superior, superficial y profundo para vaciar en las venas mamarias internas, que a su vez drenan en las venas braquicefálicas y la vena cava superior.

Después de la trombosis de la vena cava, las venas de la pared anterior del abdomen y otras colaterales, se hipertrofian para poder admitir el aumento de flujo.

Caso 3

Biopsia hepática en paciente con sospecha de cirrosis hepática
Hombre de 55 años que presenta ictericia intensa y una gran distensión abdominal. Se diagnosticó cirrosis hepática y las pruebas complementarias confirmaron que el paciente tenía ascitis (líquido libre en la cavidad peritoneal) abundante. Para confirmar el diagnóstico de cirrosis es necesaria una biopsia, pero en este caso hubo discusión acerca de la forma de obtenerla. (fig. 4.154)

En pacientes con cirrosis es importante valorar la extensión de la cirrosis y su etilogía.

La anamnesis, exploración física y análisis de sangre son útiles y se apoyan en exploraciones radiológicas complejas. Para comenzar el tratamiento y aventurar el pronóstico, debe obtenerse una muestra de tejido hepático. Sin embargo, hay que considerar varios factores importantes a la hora de realizar una biopsia hepática en un paciente con cirrosis.

Un factor es la función hepática.

La función hepática de los pacientes en los que se sospecha hepatopatía es mala, y prueba de ello es la ictericia, una incapacidad para conjugar la bilirrubina. Es importante considerar que la coagulación sanguínea está afectada, ya que varios factores de la coagulación se sintetizan en el hígado. Estos pacientes tienen un riesgo aumentado de hemorragia.

Otro factor es la presencia de ascitis.

En condiciones normales el hígado se apoya en las paredes abdominales lateral y anterior. El contacto directo puede ser útil para controlar después de obtener la muestra. Después del procedimiento, el paciente se acuesta sobre la zona de donde se ha tomado la biopsia, y el peso del hígado corta la hemorragia localizada. Si el paciente tiene ascitis abundante, el hígado no puede comprimir las paredes del abdomen y la sangre va libremente al líquido ascítico.

El paciente tenía ascitis, por lo que había que considerar otro método para tomar la biopsia.

Se remitió al paciente al servicio de Radiología para realizar una biopsia hepática transyugular.

Se anestesia la piel alrededor de la vena yugular en el cuello. Se introduce una aguja y un fiador. El fiador avanza por la vena yugular interna derecha y la vena braquiocefálica derecha. Se introduce en la vena cava superior, pasa por la pared posterior de la aurícula, y entra por la parte superior de la vena cava inferior. Se inserta un catéter siguiendo el fiador y se dirige a la vena hepática derecha. Se utilizan unos dilatadores para poder colocar la aguja de biopsia sobre el fiador en la vena hepática derecha. Se toma una muestra de tejido hepático a través de la vena hepática derecha y se retira la aguja. Se sutura la vena yugular en el cuello y se comprime para evitar la hemorragia.

Suponiendo que la aguja de biopsia no rompa la cápsula hepática, no tiene importancia la hemorragia producida porque la vena hepática recoge la sangre y vuelve a la circulación.

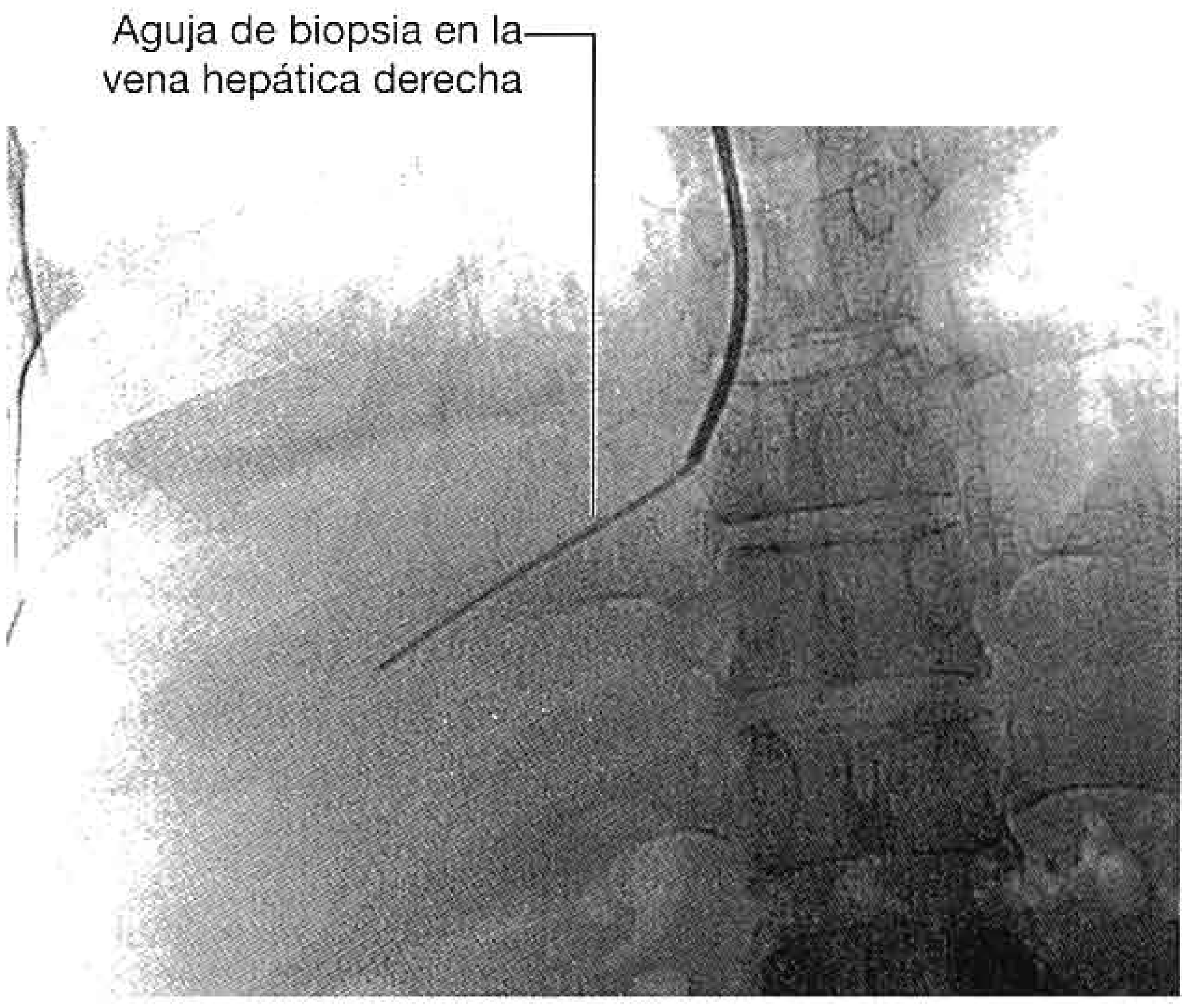


Fig. 4.154 Aguja de biopsia hepática transyugular en la vena hepática derecha. Radiografía.

Caso 4

Linfoma de Hodgkin
Hombre de 30 años presenta una masa epigástrica difusa y mal delimitada. En la exploración se observa escroto aumentado de tamaño de forma asimétrica.

En el diagnostico diferencial, la residente incluyó el cáncer de testículo con afectación de los nódulos paraaórticos abdominales (laterales aórticos o lumbares).

El tumor más frecuente en hombres de 25 a 34 años es la neoplasia primaria de testículo, y supone del 1-2% de los tumores malignos en hombres. Los antecedentes familiares de cáncer de testículo y el maldescenso testicular son factores predisponentes.

El tumor generalmente se disemina a las cadenas nodulares que drenan los testículos.

Los testículos se forman a partir de estructuras contiguas a los vasos renales en el abdomen superior, entre la fascia transversal y el peritoneo. En condiciones normales migran al escroto a través del conducto inguinal, justo antes del nacimiento. Junto a los testículos se desplazan las arterias, venas, linfáticos y nervios correspondientes.

Una tomografía axial computarizada muestra un tumor en un nódulo linfático paraaórtico y adenopatías en toda la cadena nodular de la ilíaca interna y primitiva.

Si el tumor escrotal fuera un carcinoma de testículo, que en condiciones normales drena en los nódulos aórticos laterales (lumbares) en el abdomen superior, sería rara la presencia de adenopatías ilíacas.

Había que realizar una exploración más detallada de la masa escrotal.

La prueba de transiluminación del escroto en el lado afectado fue positiva. En la ecografía se observó normalidad de ambos testículos y un gran derrame alrededor del testículo derecho. Se diagnosticó hidrocele derecho.

Las masas escrotales son frecuentes en hombres jóvenes, y es muy importante localizarlas exactamente. Debe estudiarse toda masa dependiente del testículo para descartar cáncer de testículo. Las masas dependientes del epidídimo y las lesiones escrotales como el derrame (hidrocele) y las hernias, tienen importancia médica pero no son malignas.

La ecografía demostró derrame alrededor del testículo, que es el diagnóstico de un hidrocele. Los quistes simples del epidídimo o alrededor de él (quistes del epidídimo) se pueden identificar con facilidad.

Se sospechó linfoma.

El linfoma es una neoplasia de los nódulos linfáticos. La mayoría de los linfomas se dividen en dos tipos, linfoma de Hodgkin y linfoma no Hodgkin. Si el diagnóstico es precoz, el pronóstico es muy bueno tratado con quimioterapia.

Se tomó una biopsia por vía posterior. Se colocó en decúbito prono en el escáner (TC). Se utilizó una aguja especial para tomar muestras de los nódulos linfáticos. Se tomó la biopsia del lado izquierdo porque la vena cava inferior está en el lado derecho y los nódulos eran paraaórticos (en el abordaje posterior la aguja tendría que pasar entre la vena cava inferior y la aorta, lo que es muy difícil). Se anestesió la piel en el borde lateral del músculo cuadrado de los lomos. Se introdujo la aguja formando un ángulo de 45° en el cuadrado de los lomos y entró en el retroperitoneo al lado de los nódulos paraaórticos. La técnica es guiada por TC y el avance de la aguja es lento y evita tocar otras estructuras retroperitoneales.

Se tomó una buena muestra y el diagnóstico fue linfoma de Hodgkin. Se trató al paciente con quimioterapia y dos años después está en remisión completa y hace vida normal.

Caso 5

Hernia inguinal

Hombre de 35 años que presenta una masa blanda de unos 3 cm de diámetro en la bolsa escrotal derecha. Se diagnosticó hernia inguinal derecha indirecta.

¿Qué se encontró en la exploración?

La masa no era dolorosa y el médico no pudo palpar por encima. Se palparon los testículos separados de la masa y se realizó una prueba de transiluminación (se coloca un foco por detrás del escroto y se observa por delante) que fue negativa (es positiva cuando la luz atraviesa el escroto).

Con el paciente de pie la tos repercutía en la masa.

Se pudo introducir la masa en el conducto inguinal con maniobras cuidadosas, sacándola del escroto, pero al retirar la mano, la masa volvió al escroto.

La hernia inguinal indirecta entra en el conducto inguinal por el anillo inguinal profundo. Cruza el conducto inguinal y sale por el anillo inguinal superficial en la aponeurosis del músculo oblicuo externo. El saco herniario está situado por encima y por dentro de la espina del pubis y entra en el escroto con el cordón espermático.

La hernia inguinal directa pasa directamente a través de la pared posterior del conducto inguinal. No va por el conducto inguinal. Si es suficientemente grande puede pasar al escroto por el anillo inguinal superficial.

Caso 6

Litiasis ureteral

Hombre de 25 años que sufre dolor intenso en el cuadrante inferior izquierdo del abdomen. El dolor era difuso y relativamente constante, pero cedía durante espacios cortos de tiempo. Interrogando al paciente, éste refirió que el dolor se localizaba en la región inguinal y se irradiaba a la región infraescapular izquierda. La tira en orina fue positiva para sangre (hematuria).

Se diagnosticó litiasis ureteral.

El dolor infraescapular inicial, que más tarde se irradió a la ingle izquierda, se debe al avance del cálculo por el uréter.

El origen del dolor es la distensión ureteral.

Las ondas peristálticas a lo largo del uréter transportan la orina del riñón a la vejiga. Cuando el uréter se obstruye, se dilata produciendo una exacerbación del dolor. Las ondas peristálticas se superponen a la distensión, y se producen momentos de exacerbación y momentos de alivio.

El dolor es referido.

Las fibras nerviosas viscerales aferentes (sensitivas) del uréter entran en la médula espinal, en el primero y segundo segmentos de la médula. Por tanto, el dolor se irradia a las regiones cutáneas inervadas por nervios sensitivos somáticos de los mismos niveles medulares (región inguinal).

Se realizó una TC.

Tradicionalmente, se realizaba una radiografía simple de abdomen buscando un cálculo radiopaco (el 90% de los cálculos renales son radiopacos).

La ecografía puede ser útil para valorar la dilatación pelvicalicial y puede mostrar litiasis pelviureterales o en la unión vesicoureteral. La ecografía también sirve para identificar otras causas de obstrucción (tumores en los orificios ureterales de la vejiga o alrededor de ellos).

Habitualmente se realiza una urografía intravenosa para valorar la vía urinaria superior y localizar la litiasis.

No es infrecuente solicitar TC abdominal. En esta exploración se pueden ver los riñones, uréteres y vejiga, la situación del cálculo, y otras enfermedades asociadas.

Si este paciente hubiera tenido el dolor infraescapular en el lado derecho y en la fosa ilíaca derecha, habría que descartar una apendicitis. En la TC se puede distinguir un cólico ureteral de una apendicitis.

Caso 7

Absceso intraabdominal

Mujer de 27 años que ingresa en el servicio de cirugía por apendicitis. Se realizó una apendicectomía. En la intervención se observó el apéndice perforado y pus en la cavidad abdominal. Se extrajo el apéndice y el muñón quedó ligado. Se lavó la cavidad abdominal con suero fisiológico caliente. La paciente evolucionó favorablemente, pero al séptimo día empeoró, con dolor en hombro derecho y fiebre en agujas.

Esta paciente tenía un absceso intraabdominal.

En toda intervención intestinal puede haber contaminación con heces y flora fecal. En el momento de la operación puede pasar desapercibida.

Durante el período postoperatorio hubo una reacción inflamatoria y se formó una cavidad llena de pus. Generalmente, en la gráfica se aprecia una fiebre en picos.

La localización más frecuente de los abscesos es la pelvis y el receso hepatorrenal.

En decúbito supino, los puntos más bajos de las cavidades abdominal y pélvica son la cara posterosuperior de la cavidad abdominal (receso hepatorrenal) y el fondo de saco de Douglas (retrouterino).

El dolor en el hombro indicaba que el absceso estaba en el receso hepatorrenal.

La inervación sensitiva y motora del diafragma procede de los nervios C3 a C5. La sensibilidad somática del peritoneo parietal que cubre la cara inferior del diafragma llega a la médula espinal en el nervio frénico (C3 a C5) y el cerebro la interpreta como si procediera de la piel del hombro, zona cuyos nervios sensitivos entran en el mismo nivel medular que los del diafragma.

La paciente notaba un tipo de dolor referido.

En la radiografía de tórax se observó elevación del hemidiafragma derecho.

Esta elevación se debe a la presión del pus subfrénico, procedente del espacio hepatorrenal que se ha desplazado por las caras lateral y anterior del hígado. El absceso es claramente visible colocando la sonda del ecógrafo entre las costillas 11 y 12. El borde inferior del lóbulo derecho está en la costilla 10 en la línea medioaxilar. Al colocar la sonda entre las costillas 11 y 12, las ondas ultrasónicas pasan a través de los músculos intercostales y la pleura parietal en la pared lateral del tórax, y siguen por la pleura parietal que cubre el diafragma hasta la cavidad del absceso que está por debajo del diafragma.

No se hizo un drenaje quirúrgico por vía intercostal. En vez de esto, se colocó un drenaje intercostal con anestesia local y guiado por TC, y se extrajo 1 litro de pus (fig. 4.155). Hay que tener en cuenta que la inserción de un drenaje en la cavidad abdominal a través de la cavidad pleural puede dejar pasar pus al tórax, y se puede formar un empiema (pus en el espacio pleural).

La paciente se recuperó con lentitud pero sin complicaciones.

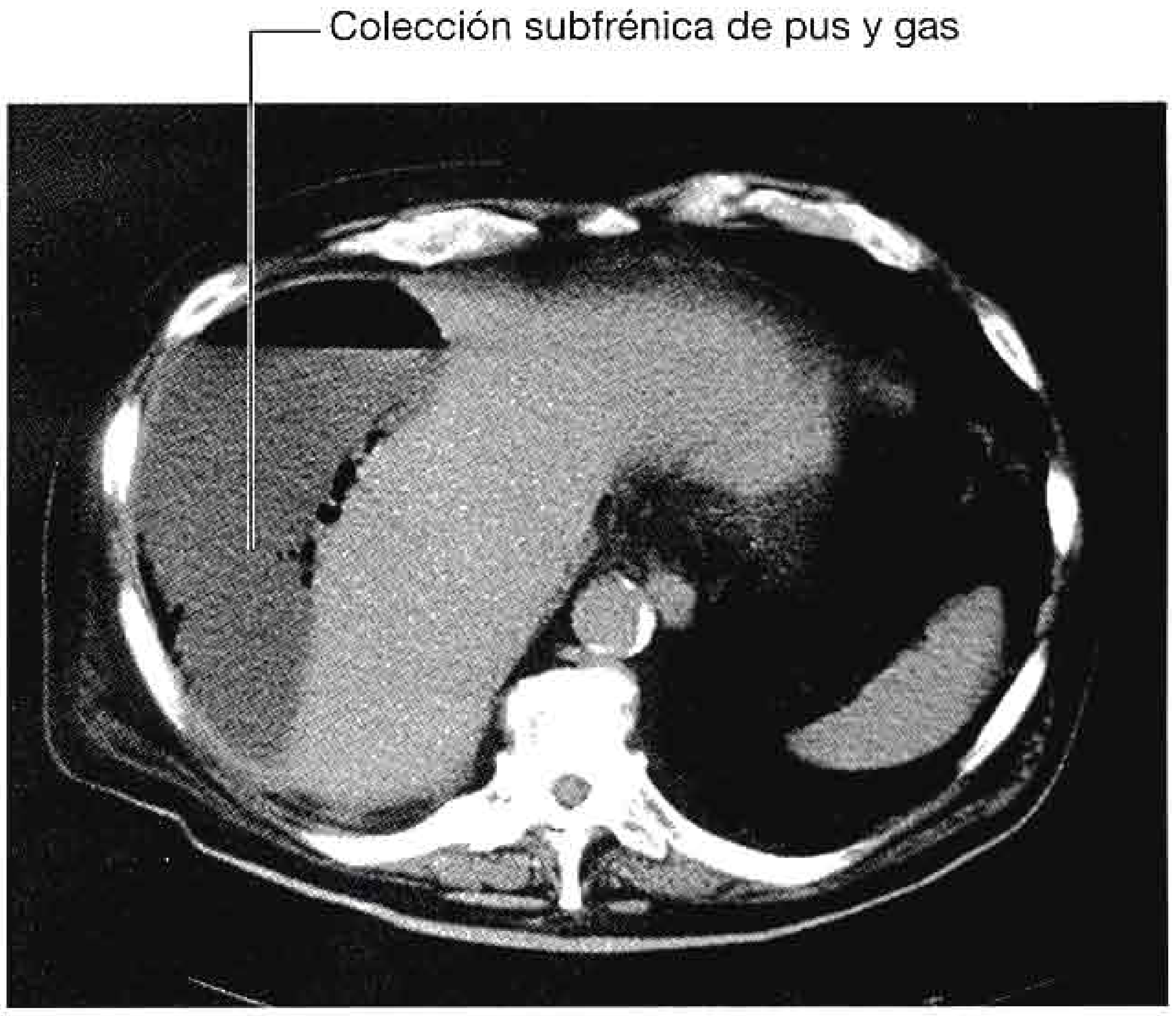


Fig. 4.155 Colección subfrénica de pus y gas. Tomografía computarizada, plano axial.

Caso 8

Complicaciones de una amputación abdominoperineal
Hombre de 45 años diagnosticado de carcinoma rectal de bajo grado justo por encima del margen anal. Se realiza una amputación abdominoperineal con colostomía en la fosa ilíaca derecha (v. más adelante). Su mujer le abandonó por varias razones, entre ellas la pérdida de deseo sexual. El paciente «se dio a la bebida» y en el plazo de unos años desarrolló una cirrosis. Lo llevaron a urgencias por hemorragia copiosa de las venas dilatadas pericolostómicas. Se realizó una derivación portosistémica transyugular intrahepática urgente, que frenó la hemorragia (figs. 4.156 y 4.157). Actualmente se encuentra bien en un programa de rehabilitación.

La colostomía era necesaria debido a la situación baja del tumor.

El cáncer de colon y recto suele aparecer en pacientes mayores, pero en algunos casos se diagnostica en personas más jóvenes. La mayor parte de los tumores son pólipos benignos que se malignizan. El tumor crece e invade la pared intestinal y metastatiza en los linfáticos locales. El tumor se extiende dentro de la pared unos centímetros por encima y por debajo de su origen. La diseminación linfática es a los nódulos locales y regionales y después a la cadena nodular preaórtica. De aquí van al conducto torácico.

Al valorar a este paciente antes de la intervención quirúrgica, se decidió hacer una resección de los esfínteres por la proximidad del tumor al margen anal para que los bordes de la pieza estuvieran libres de tumor. No es posible anastomosar el intestino al ano sin esfínteres porque se produciría una incontinencia fecal. En la intervención quirúrgica se resecó el tumor y las cadenas nodulares locorregionales y la grasa peritumoral.

El borde libre del colon sigmoide se abocó a la pared abdominal anterior, con una sutura para permitir la colocación de una bolsa de recogida de heces. Esto es una colostomía.

La mayoría de los pacientes toleran bien la colostomía, sobre todo si el cáncer se cura, a pesar de la reacción negativa inicial a tener una bolsa en la pared del abdomen.

Los nervios pélvicos del paciente quedaron lesionados. La cirugía radical pélvica lesiona los nervios parasimpáticos necesarios para la erección del pene. Por desgracia, no se había informado al paciente adecuadamente de esta complicación, que fue culpable

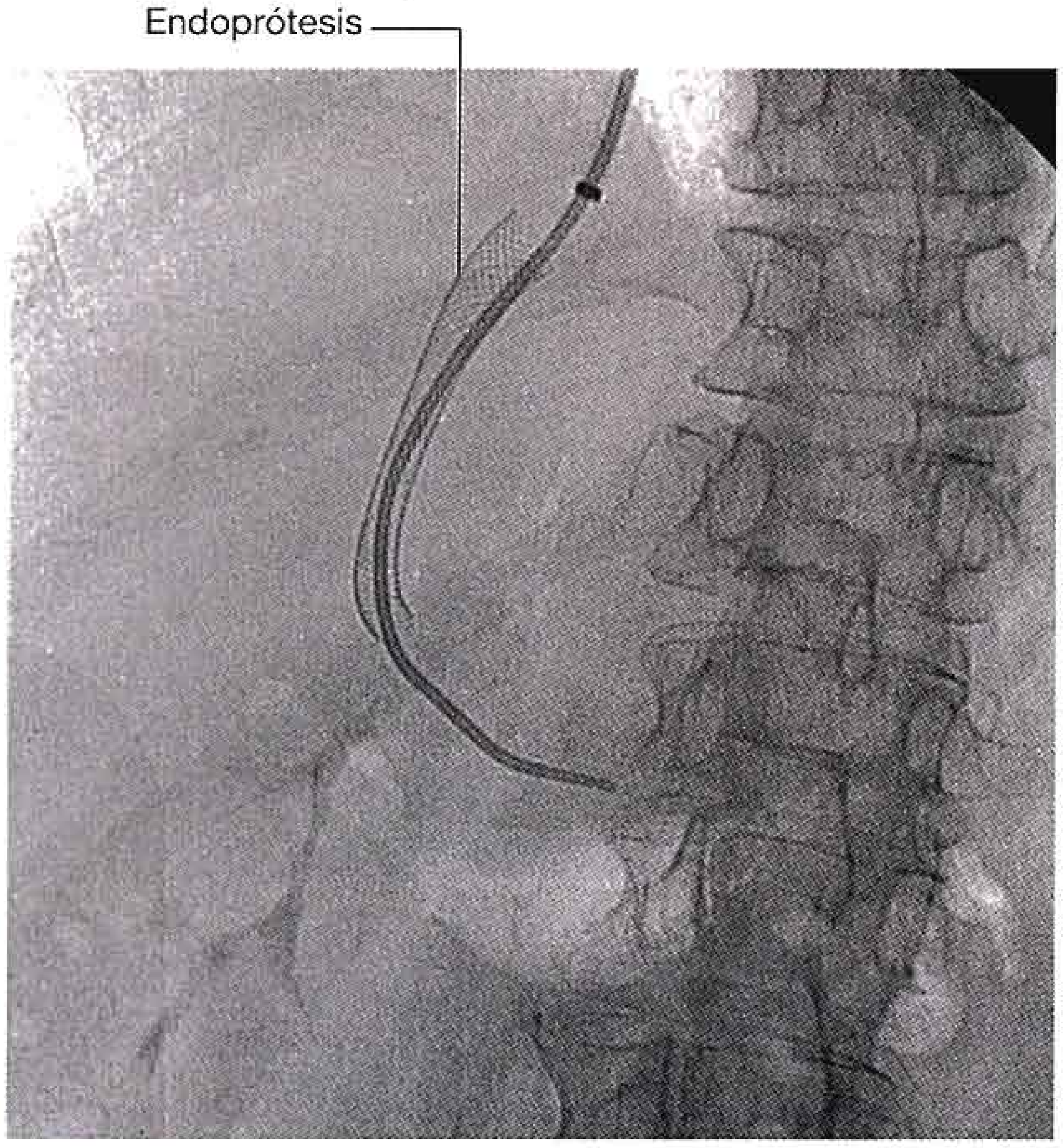


Fig. 4.156 Posición de la endoprótesis en la derivación portosistémica intrahepática transyugular. Radiografía.

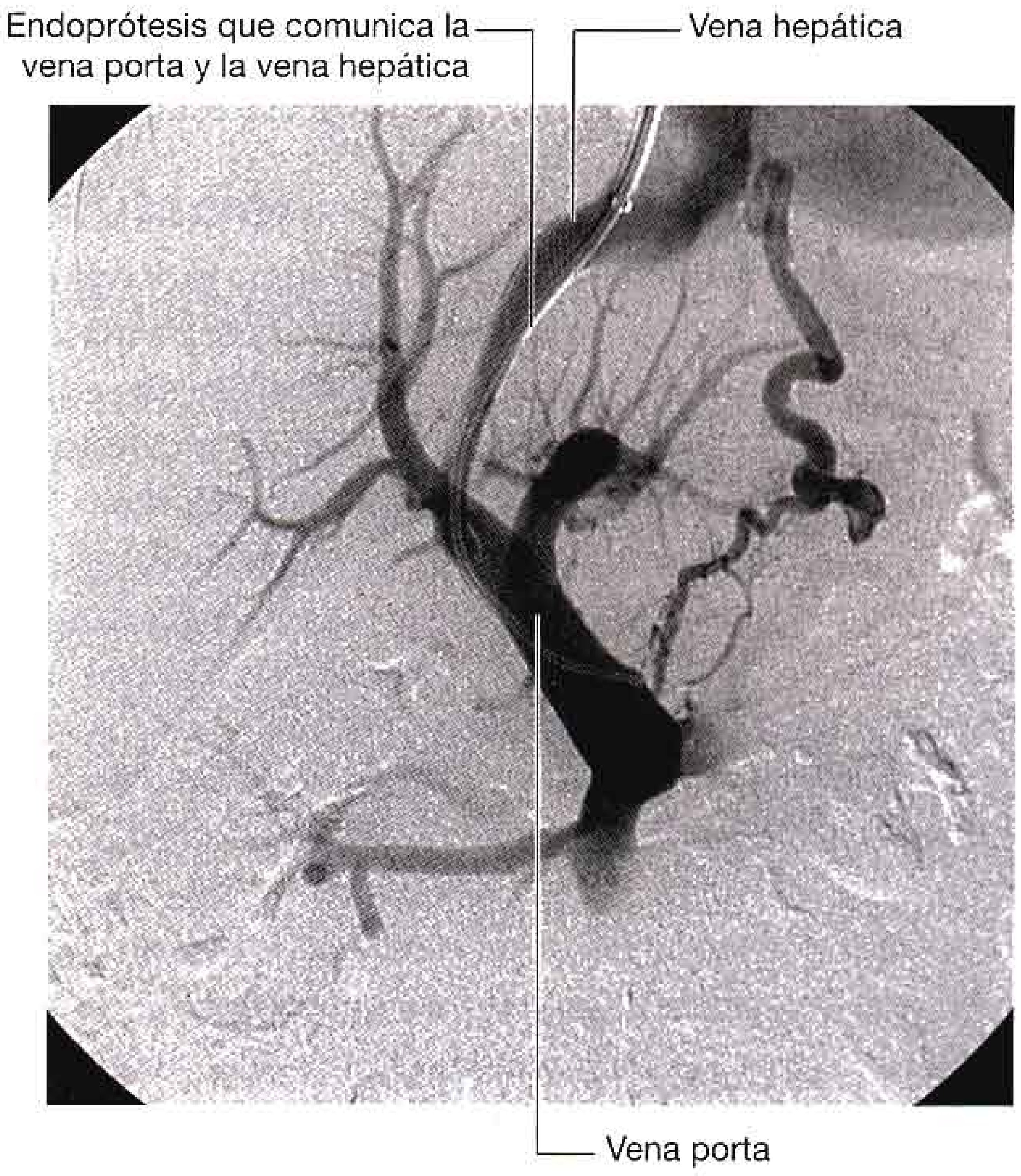


Fig. 4.157 Derivación portosistémica intrahepática transyugular funcionante. Flebografía.

10 preguntas cortas

1. **P: A un hombre joven se le realizó una linfadenectomía por carcinoma testicular. La incisión empezaba en el borde subcostal en la línea medioclavicular y llegaba por detrás hasta la línea medioaxilar y siguiendo la cara lateral del abdomen hasta el reborde pélvico. Dos años después el hombre estaba bien, pero tenía una atrofia del músculo recto del abdomen derecho. ¿Por qué?**

R: La inervación del músculo recto del abdomen procede de los ramos anteriores de los últimos cinco nervios intercostales y del nervio subcostal. La incisión subcostal secciona los ramos del nervio intercostal y la incisión lateral en el flanco secciona el nervio subcostal. Por tanto, la incisión interrumpe la inervación multisegmentaria del músculo recto del abdomen que queda denervado. El músculo se atrofia y se observa una asimetría en la pared anterior del abdomen.

---

2. **P: ¿Por qué es tan útil la radiografía de tórax para comprobar la presencia de aire intraperitoneal?**

R: La radiografía de tórax es fundamental en la exploración del paciente con dolor abdominal. El dolor en abdomen superior en algunos casos se debe a enfermedad pulmonar o pleural. Se coloca al paciente en bipedestación. El aire libre se coloca en la parte más alta. Sube por la cara anterior del hígado y queda debajo del diafragma. En la radiografía de tórax el contraste entre el gas y las partes blandas es muy bueno, y 5 ml de aire libre son visibles.

---

3. **P: A un paciente se le reparó un aneurisma de aorta abdominal. La vena renal izquierda quedó ligada a ras de la vena cava inferior. El riñón sobrevivió. ¿Por qué?**

R: La mayor parte del drenaje venoso en cualquier estructura sigue la vía de menor resistencia. La vena renal izquierda es algo más larga que la vena renal derecha y tiene múltiples colaterales, como la vena suprarrenal izquierda, la vena testicular, la primera vena lumbar y ramas que se anastomosan a la vena ácigos. Cuando se liga esta vena a nivel de la cava, sus muchas colaterales permiten el drenaje alternativo a través de estos vasos, que vacían en la vena cava inferior o en la vena cava superior a través del sistema ácigos.

---

4. **P: Un cirujano plástico decide utilizar el músculo recto del abdomen en una intervención con colgajo. Va a cubrir una zona de la pierna con considerable pérdida de piel y músculo como consecuencia de un traumatismo. ¿Cuál es la irrigación arterial del músculo recto del abdomen y dónde puede encontrar el cirujano el origen de estos vasos?**

R: La irrigación del músculo recto del abdomen procede fundamentalmente de las arterias epigástricas superiores e inferiores. La arteria epigástrica superior es rama de la arteria mamaria interna, que se divide en la costilla 6 en la arteria musculofrénica y la arteria epigástrica superior. La arteria epigástrica inferior es una rama de la arteria ilíaca externa por debajo del ligamento inguinal. La arteria epigástrica inferior entra en la fascia transversal por arriba, llega a la línea arqueada y se introduce en la vaina de los rectos. En este punto habitualmente se puede identificar para anastomosarla directamente al vaso adecuado de la extremidad inferior.

---

5. **P: Un niño de 3 años presenta una masa de 1 cm en la ingle derecha. La masa era el testículo. ¿Por qué?**

R: La bolsa escrotal derecha vacía confirma que es probable que la masa sea un testículo no descendido. La mayor parte de los testículos no descendidos se localizan en la cavidad pélvica y con más frecuencia en la ingle. Es importante considerar que los túbulos seminíferos no se desarrollan en los testículos que siguen sin descender después de la pubertad. Además, estos testículos pueden sufrir cambios neoplásicos. En ocasiones el gubernáculo no se une al escroto y entra en el peritoneo o en el muslo. Si los testículos siguen al gubernáculo se pueden encontrar en estas localizaciones.

---

6. P: El cirujano anastomosa la cara lateral de la vena porta a la vena cava inferior para bajar la presión portal. Dé una base anatómica para esto.

R: La vena cava inferior y la vena porta son prácticamente contiguas. Se puede realizar esta técnica con relativa facilidad y sin movilización de los vasos apreciable.

---

7. P: Un hombre joven presentaba una puñalada en el abdomen. En la laparotomía se observó un orificio en el hígado que sangraba profusamente. Utilizando sus conocimientos de anatomía, ¿cómo yugularía la hemorragia del hígado con una simple maniobra de pinza?

R: Esta técnica es la maniobra de Pringle. El cirujano introduce el dedo índice en el orificio omental y coloca el pulgar en la cara anterior del ligamento hepatoduodenal. Este ligamento, por el que van la arteria hepática, la vena porta y el conducto colédoco, queda entre los dedos. La compresión de estas estructuras detiene la llegada de sangre al hígado y la hemorragia, permitiendo al cirujano realizar la hemostasia.

---

8. P: Una mujer de 25 años tiene apendicitis aguda, que se exacerba con la rotación externa y extensión de la pierna. ¿Por qué?

R: La apendicitis está irritando el músculo psoas mayor. Cerca del 75% de las apendicitis son retrocecales, y quedan cerca o al lado del psoas mayor. El movimiento de este músculo tanto la extensión como la rotación externa de la pierna derecha produce irritación y dolor apreciables.

---

9. P: Hombre de 70 años acude a urgencias por dolor abdominal intenso. Un residente realiza una urografía intravenosa donde no se observa litiasis, pero muestra un desplazamiento lateral importante del uréter izquierdo. ¿Qué estructura puede desplazar el uréter izquierdo cuando se dilata?

R: El uréter izquierdo es una estructura retroperitoneal y cualquier masa retroperitoneal interna puede desplazarlo. La más probable es un aneurisma de aorta abdominal. Por desgracia, en este caso lo que producía el dolor del paciente y desplazaba el uréter no era el aneurisma sino la hemorragia del aneurisma roto.

---

10. P: En la TC realizada a una mujer de 50 años se encontró una masa que mellaba la vena cava inferior. La masa desplazaba el riñón hacia abajo y llegaba a la cara inferior del hígado. ¿En qué órgano es más probable que se origine este tumor?

R: En la glándula suprarrenal.

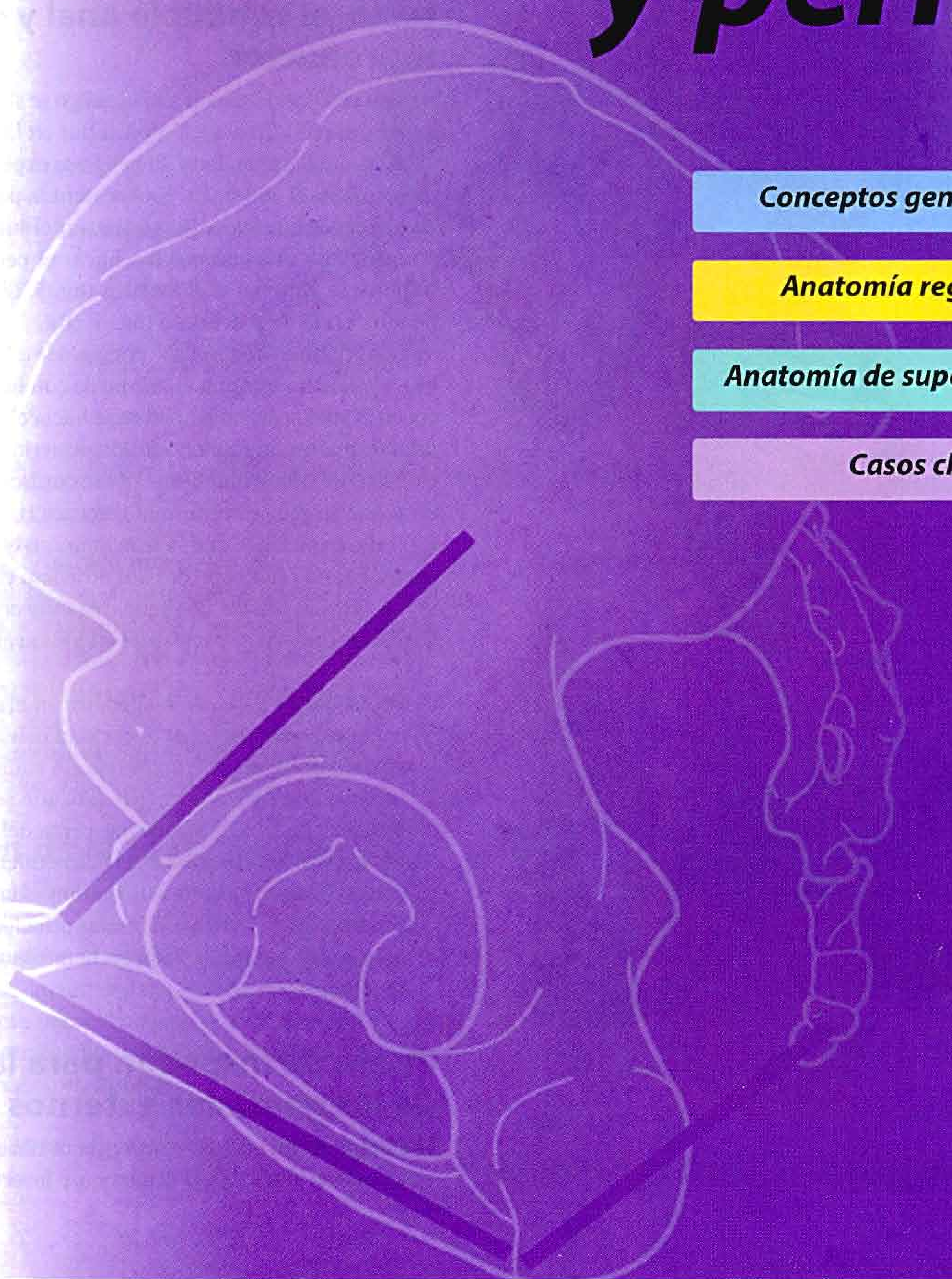
5
Pelvis y periné

Conceptos generales 364

Anatomía regional 379

Anatomía de superficie 453

Casos clínicos 460



Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

La pelvis y el periné son regiones estrechamente relacionadas entre sí y con los huesos pélvicos y los últimos segmentos de la columna vertebral. La pelvis se divide en dos regiones:

- La región superior es la **pelvis falsa (pelvis mayor)**, que se suele considerar parte del abdomen (fig. 5.1).
- La **pelvis verdadera (pelvis menor)** se relaciona con las partes inferiores de los huesos pélvicos, el sacro y el cóccix, y tiene una entrada y una salida (aberturas superior e inferior).

La **cavidad pélvica**, con su forma de cuenco, está englobada en la pelvis verdadera, presenta una entrada, unas paredes y un suelo. Se continúa en sentido superior con la cavidad abdominal y contiene elementos de los aparatos urinario, digestivo y reproductor.

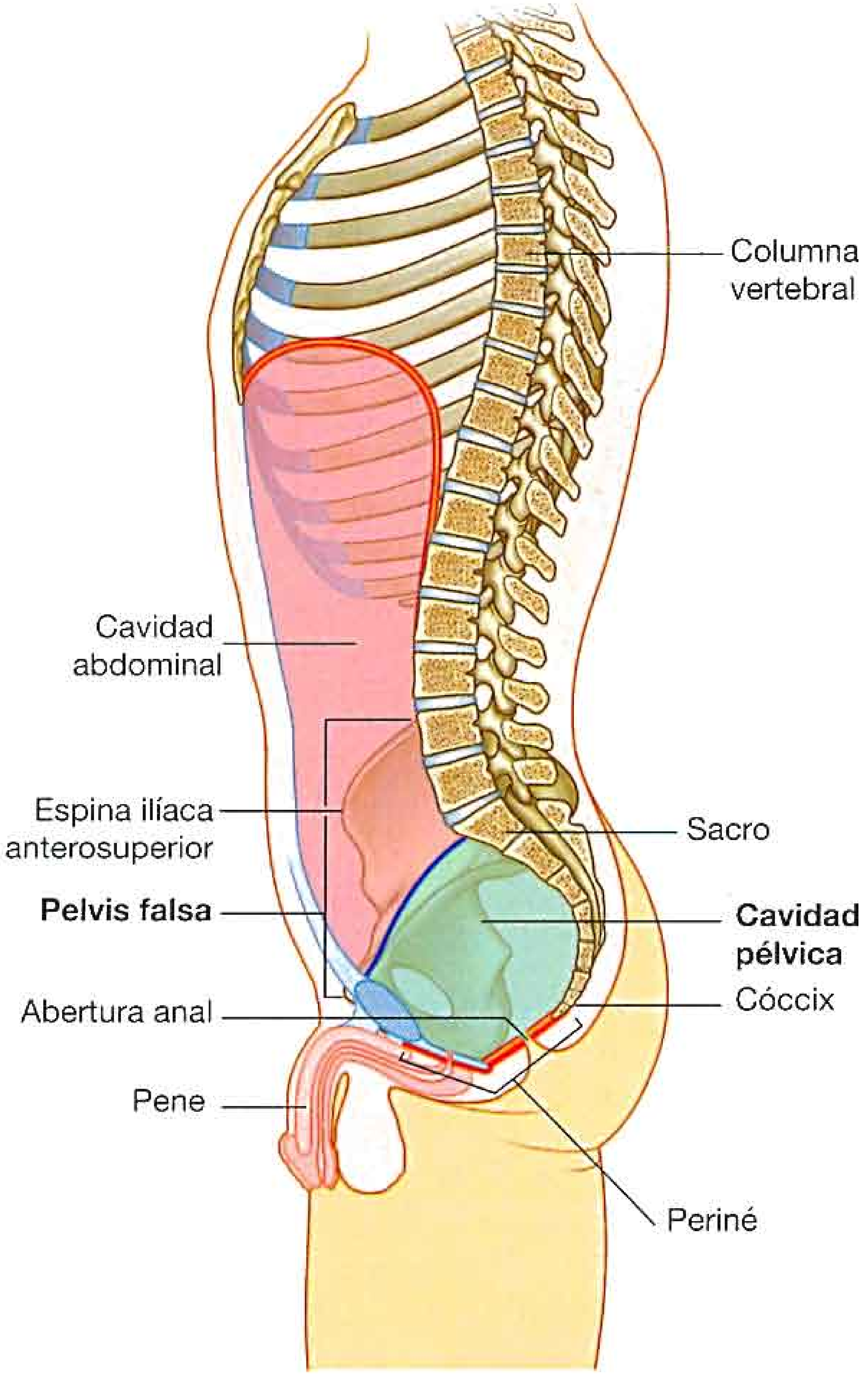


Fig. 5.1 Pelvis y periné.

El periné (fig. 5.1) constituye la parte inferior del suelo de la cavidad pélvica; sus límites forman la **abertura inferior.** El periné contiene los genitales externos y las aberturas al exterior de los aparatos genitourinario y digestivo.

FUNCIONES

Contener y sostener la vejiga, el recto, el conducto anal y el aparato reproductor

Dentro de la cavidad pélvica, la vejiga se sitúa en posición anterior y el recto en posición posterior en la línea media.

A medida que se llena, la vejiga se expande en sentido superior hacia el abdomen. Está sostenida por elementos adyacentes de los huesos de la pelvis y por el suelo pélvico. La uretra atraviesa el suelo pélvico hacia el periné, donde en las mujeres se abre hacia el exterior (fig. 5.2A) y en los varones penetra en la base del pene (fig. 5.2B).

Continuando desde el colon sigmoide a la altura de la vértebra S3, el recto termina en forma de conducto anal, que penetra en el suelo pélvico para abrirse hacia el periné. El conducto anal forma un ángulo en sentido posterior respecto del recto, una flexura que se mantiene por los músculos del suelo pélvico y que se relaja durante la defecación. Hay un esfínter de músculo esquelético que se relaciona con el conducto anal y la uretra cuando cada uno de ellos atraviesa el suelo pélvico.

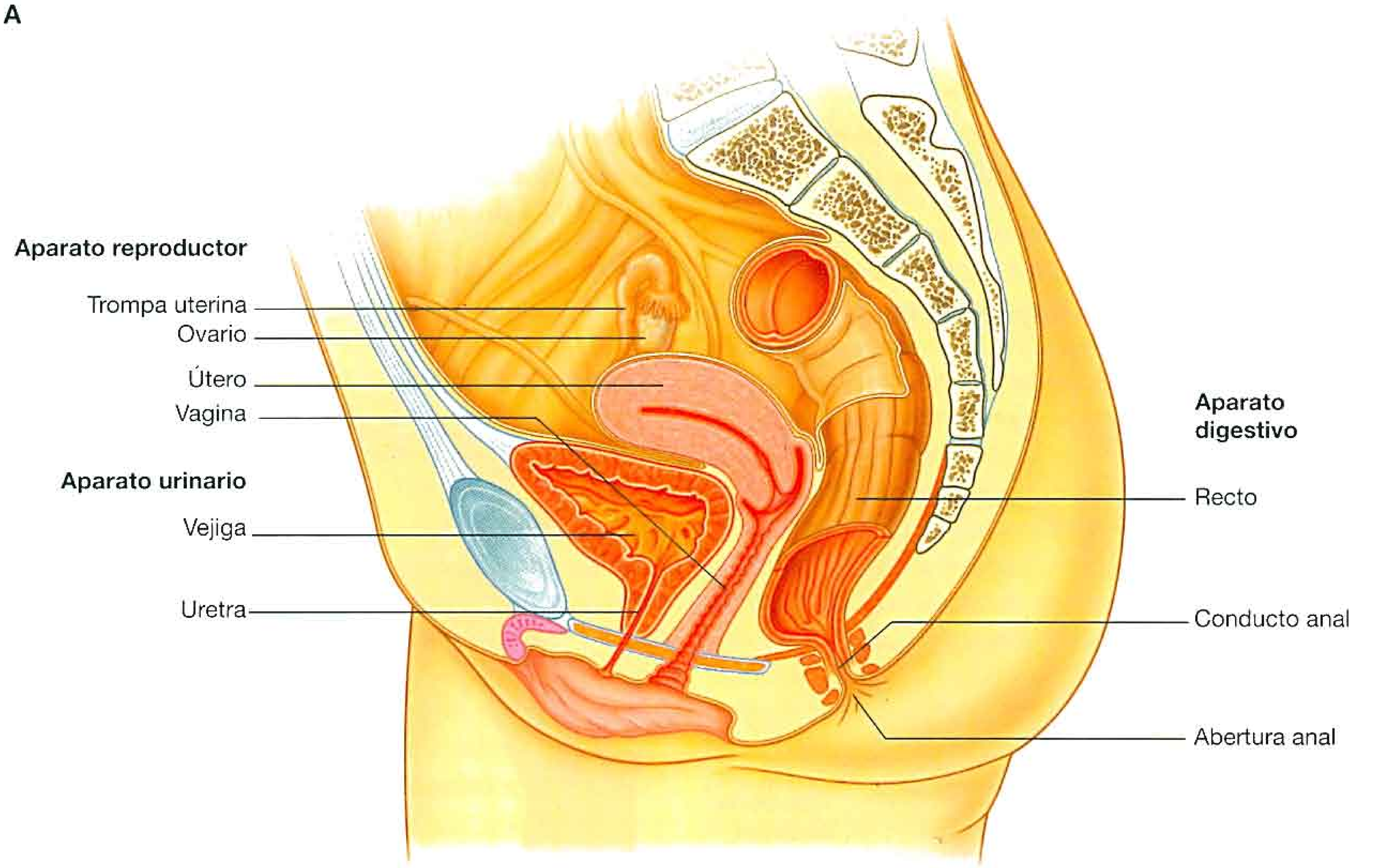
La cavidad pélvica contiene casi todo el aparato reproductor en las mujeres y parte de él en los varones:

- En las mujeres, la vagina penetra en el suelo pélvico y conecta con el útero en la cavidad pélvica. El útero está situado entre el recto y la vejiga. A cada lado se extiende una trompa uterina o de Falopio, que se dirige hacia la pared de la pelvis para abrirse cerca del ovario.
- En los varones, la cavidad pélvica contiene el lugar de conexión entre el aparato urinario y el aparato reproductor. También incluye las principales glándulas relacionadas con este aparato: la próstata y dos vesículas seminales.

Punto de inserción para las raíces de los genitales externos

En ambos sexos, las raíces de los genitales externos (el clítoris y el pene) se encuentran firmemente insertadas en:

A



B

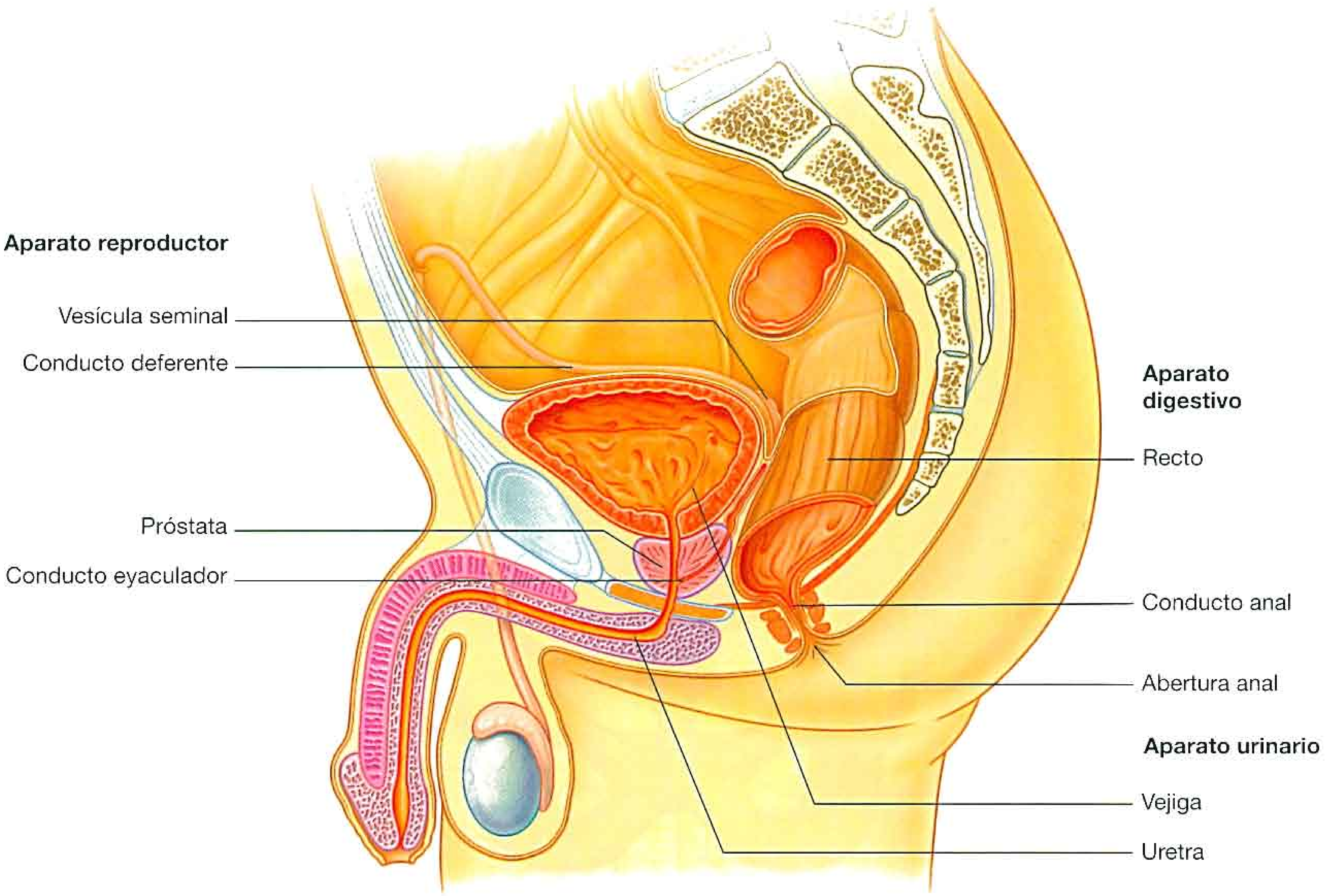


Fig. 5.2 La pelvis y el periné contienen y sostienen las partes finales de los aparatos digestivo, urinario y reproductor. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

- El borde óseo de la mitad anterior de la abertura inferior.
- Una membrana perineal fibrosa y gruesa que recubre la zona (fig. 5.3).

Las raíces de los genitales externos están formadas por tejidos eréctiles (vasculares) y músculos esqueléticos relacionados.

COMPONENTES

Abertura superior

La abertura superior es una estructura con una ligera forma de corazón que se encuentra totalmente rodeada por hueso (fig. 5.4). En su cara posterior, la abertura está bordeada por el

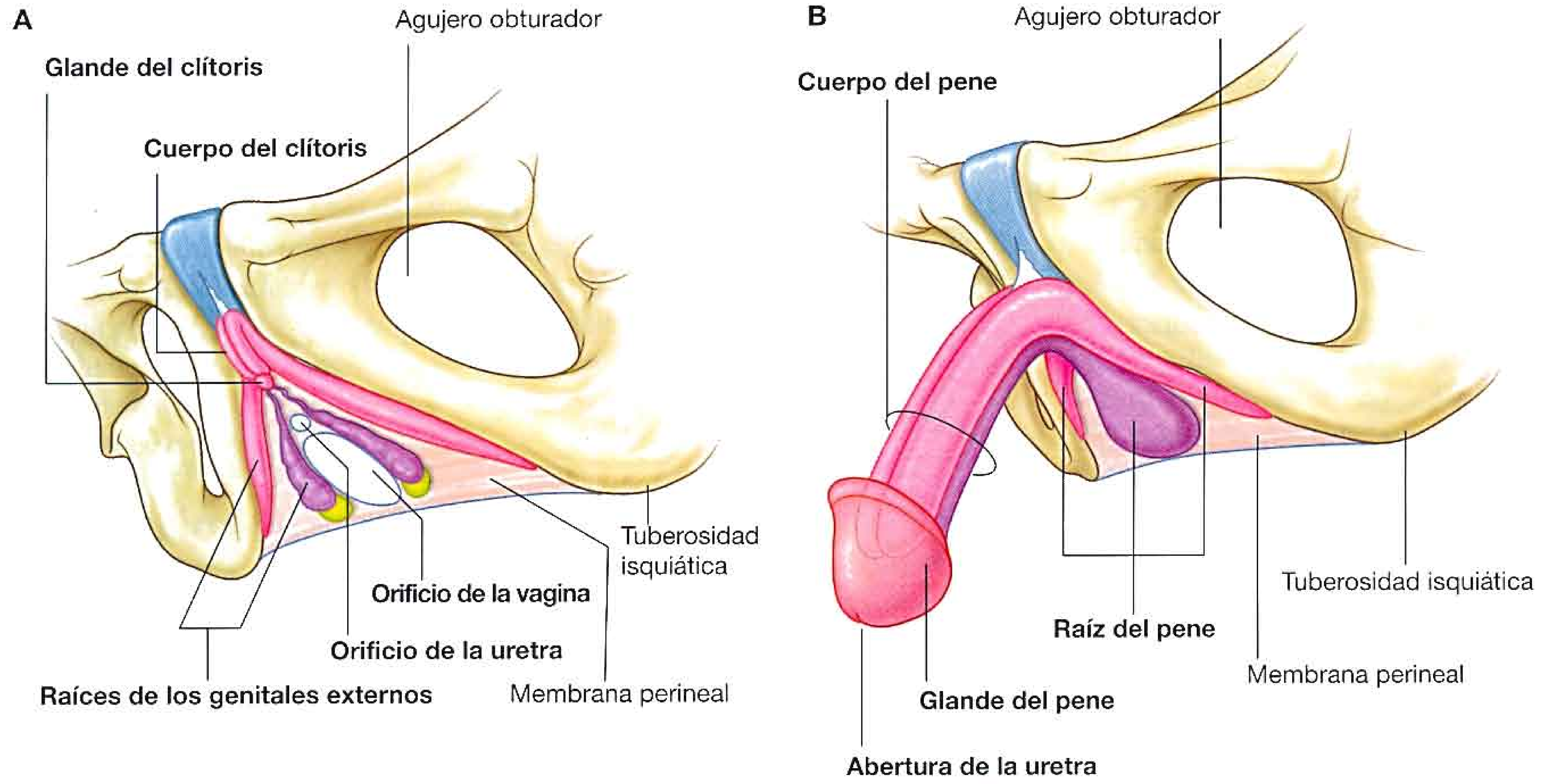


Fig. 5.3 El periné contiene y permite la inserción de las raíces de los genitales externos. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

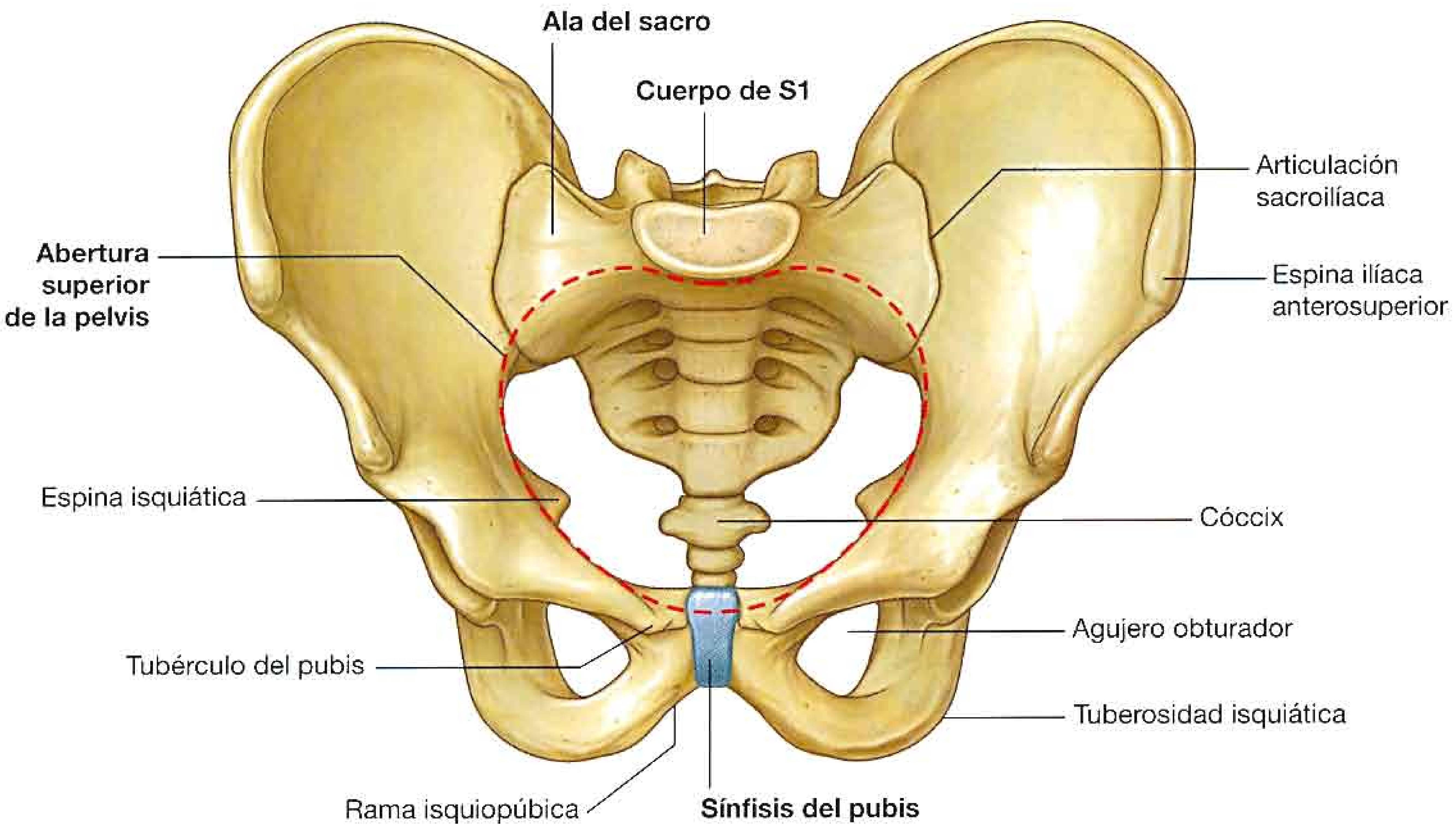


Fig. 5.4 Abertura superior de la pelvis.

cuerpo de la vértebra S1, que se proyecta hacia ella como el **promontorio** sacro. A cada lado de esta vértebra se encuentran las apófisis transversas, que se conocen como **alas** por su forma y contribuyen a formar el margen de la abertura superior. Lateralmente, el borde prominente de los huesos de la pelvis continúa el límite de la abertura hacia la sínfisis del pubis, donde ambos huesos coxales se unen en la línea media.

Las estructuras pasan entre la cavidad pélvica y el abdomen a través de la abertura superior.

Durante el parto, el feto atraviesa la abertura superior desde el abdomen, en el cual el útero se ha expandido durante el embarazo, y después atraviesa la abertura inferior.

Paredes de la pelvis

Las paredes de la pelvis verdadera están constituidas sobre todo por hueso, músculo y ligamentos. El sacro, el cóccix y la mitad inferior de los huesos pélvicos forman gran parte de ellas.

Hay dos ligamentos, el **sacroespinoso** y el **sacrotuberoso**, que son elementos arquitectónicos significativos de las paredes porque unen cada hueso pélvico con el sacro y el cóccix (fig. 5.5A). Estos ligamentos también convierten las dos escotaduras de los huesos pélvicos, las **escotaduras ciáticas mayor** y **menor**, en orificios en las paredes laterales de la pelvis.

Completando las paredes se encuentran los músculos **obturador interno** y **piriforme** (fig. 5.5B), que nacen en la pelvis y salen por los agujeros ciáticos para actuar sobre la articulación de la cadera.

Abertura inferior

La abertura inferior es una estructura romboidal formada por hueso y ligamentos (fig. 5.6). Está limitada en su cara anterior en la línea media por la sínfisis del pubis.

A cada lado, el borde inferior de los huesos coxales se proyecta en sentido posterior y lateralmente desde la sínfisis del pubis para terminar en una prominente tuberosidad, la **tuberosidad isquiática**. Juntos, ambos elementos constituyen el arco del pubis, que forma el borde de la mitad anterior de la abertura inferior. El ligamento sacrotuberoso continúa por este borde en sentido posterior desde la tuberosidad isquiática hacia el cóccix y el sacro. *La sínfisis del pubis, las tuberosidades isquiáticas y el cóccix son estructuras palpables.*

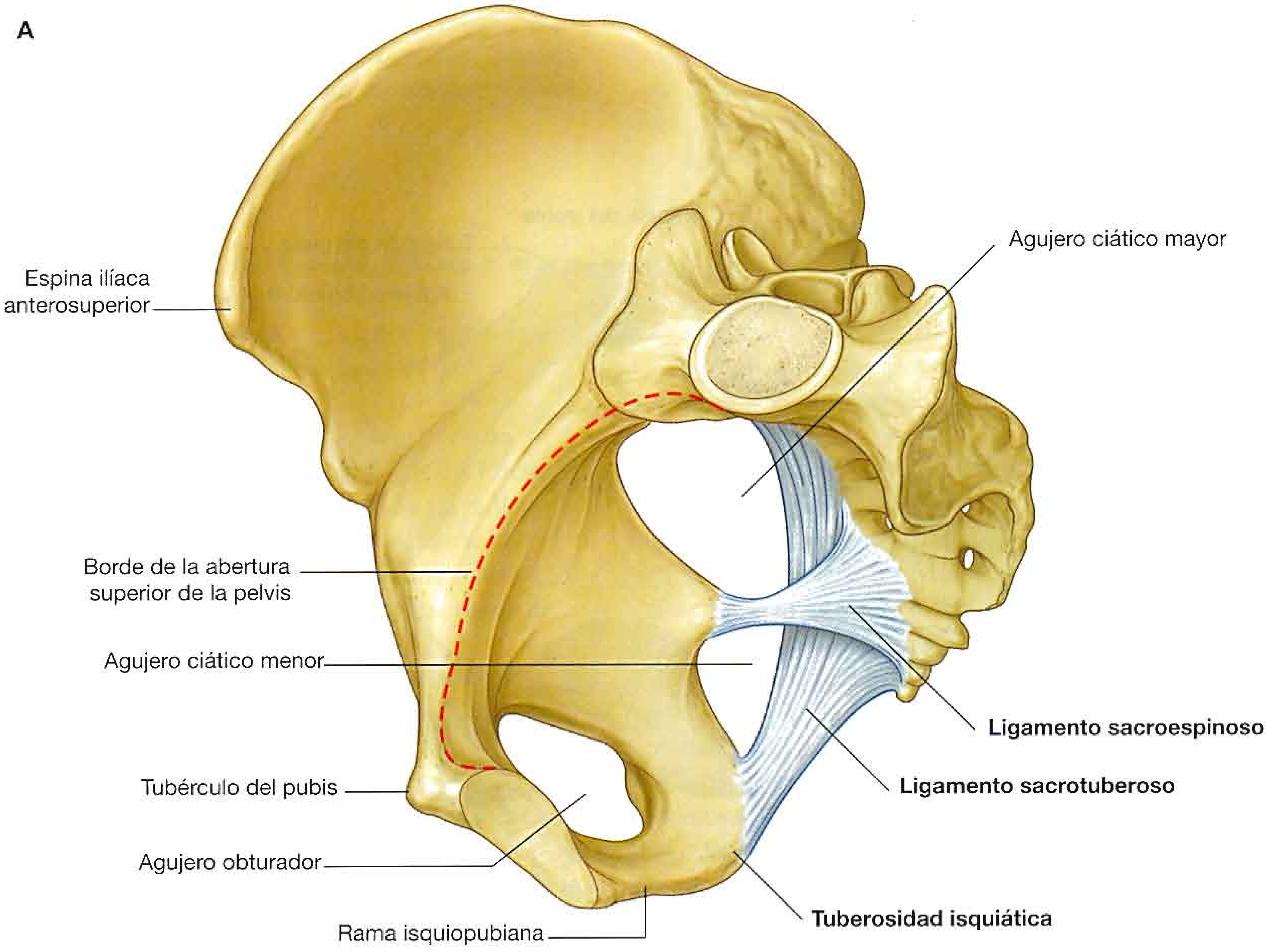


Fig. 5.5 Paredes de la pelvis. **A.** Huesos y ligamentos de las paredes de la pelvis.

Continúa

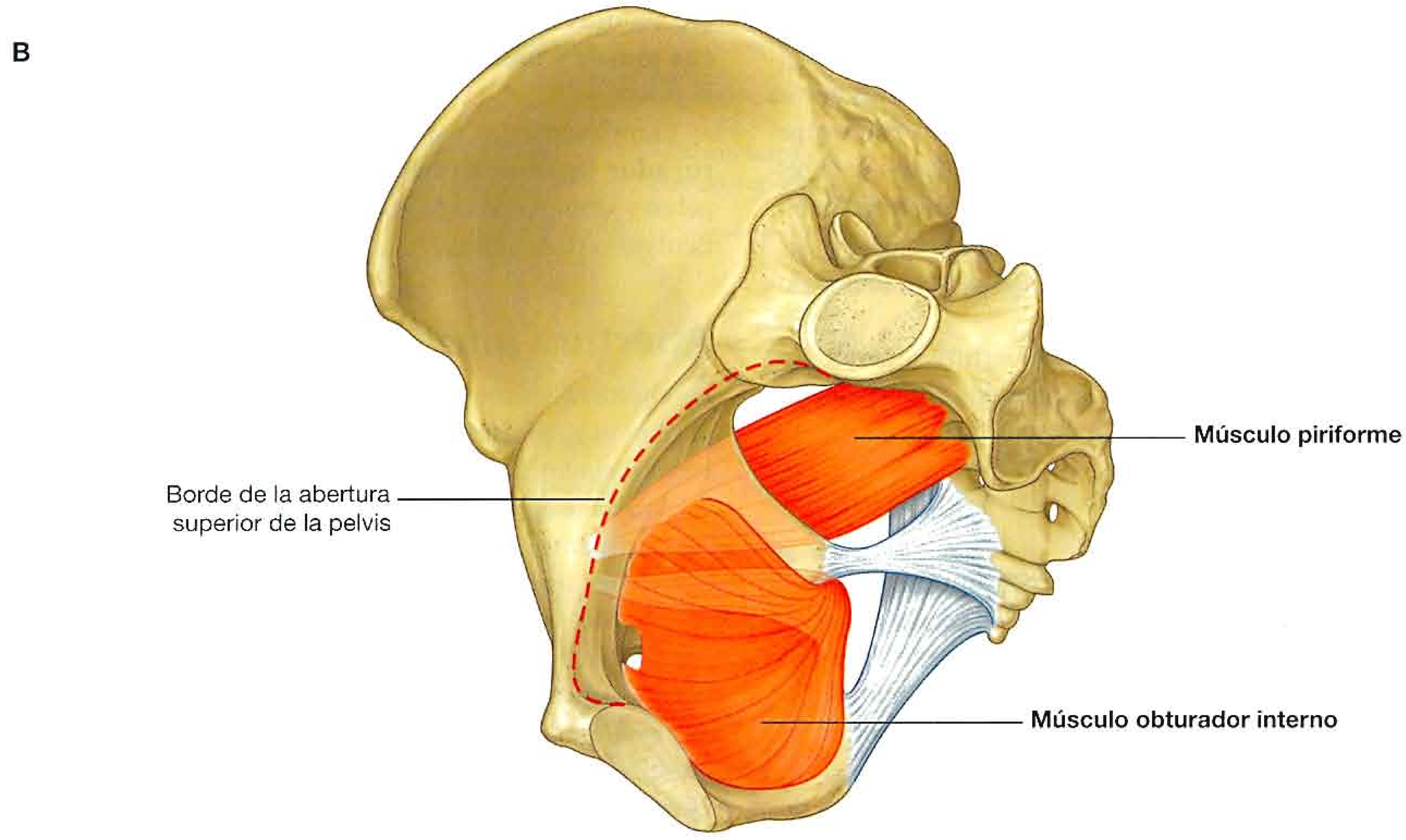


Fig. 5.5 ***(cont.)*** Paredes de la pelvis. **B.** Músculos de las paredes de la pelvis.

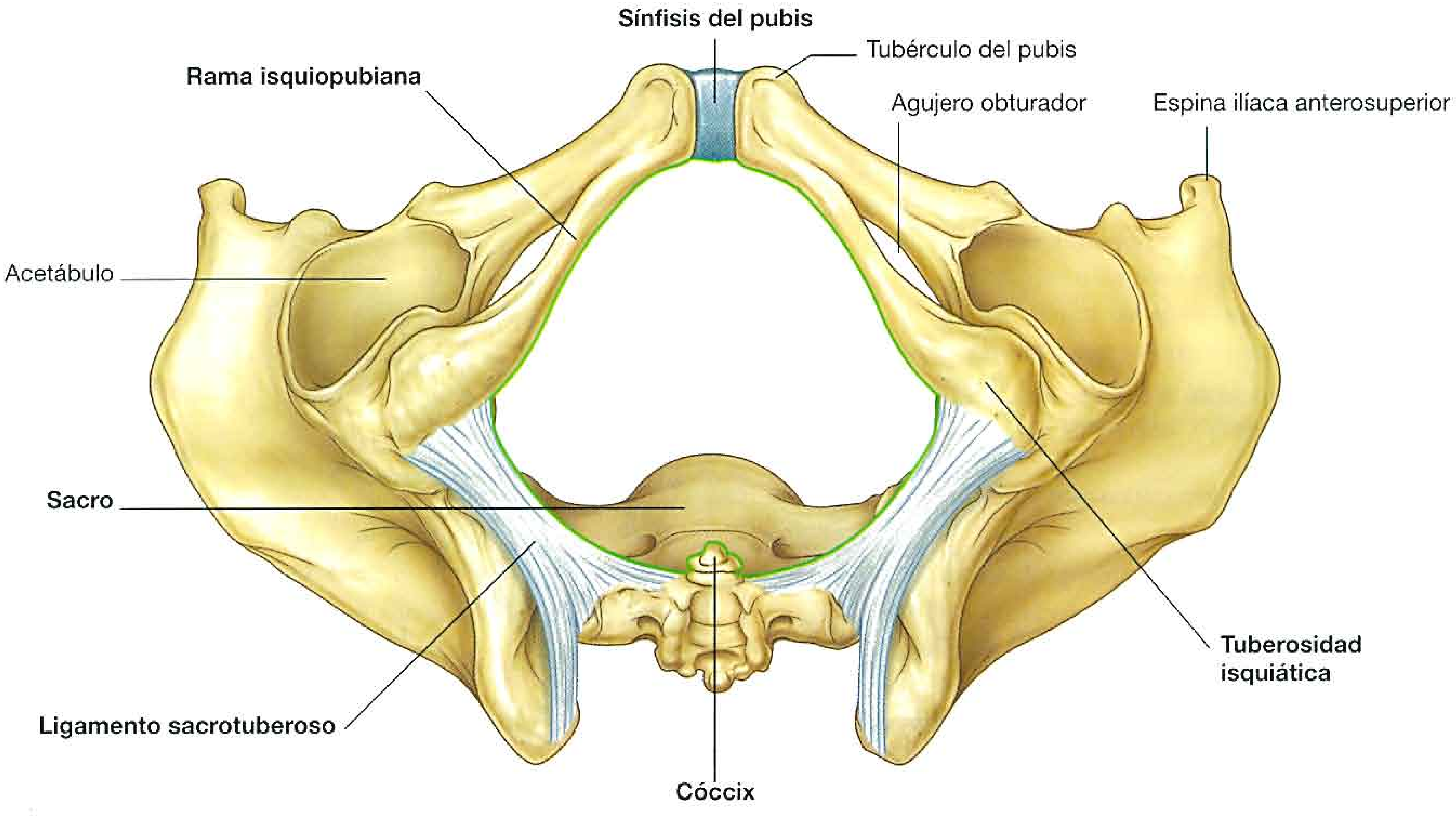


Fig. 5.6 Abertura inferior de la pelvis.

Suelo pélvico

El suelo pélvico, que separa la cavidad pélvica del periné, está formado por músculos y fascia (fig. 5.7).

Dos músculos **elevadores del ano** se insertan en la periferia de paredes de la pelvis y se unen entre sí en la línea media mediante un rafe de tejido conjuntivo. Juntos constituyen los mayores componentes de la estructura que, con forma de cuenco o embudo, se conoce como el **diafragma pelviano,** que se completa en sentido posterior mediante los músculos coccígeos. Estos músculos recubren los ligamentos sacroespinosos y pasan entre los bordes del sacro y del cóccix y una apófisis prominente del hueso coxal, la **espina isquiática (o ciática).**

El diafragma pelviano forma la mayor parte del suelo pélvico y en sus regiones anteriores contiene un defecto en forma de U, que se relaciona con los elementos del aparato urogenital.

El conducto anal pasa desde la pelvis al periné, atravesando un orificio circular posterior que hay en el diafragma pelviano.

El suelo pélvico se sostiene en su cara anterior mediante:

- La membrana perineal.
- Los músculos del **espacio perineal profundo.**

La **membrana perineal** es una gruesa lámina de fascia de forma triangular que rellena el espacio entre las ramas del arco del pubis y que tiene un borde posterior libre (fig. 5.7). El espacio perineal profundo es una región estrecha situada por encima de membrana perineal.

Los bordes del defecto en forma de U del diafragma pelviano se fusionan con las paredes de las vísceras relacionadas y con los músculos del espacio perineal profundo por su parte inferior.

La vagina y la uretra penetran en el suelo pélvico para pasar desde la cavidad pélvica hacia el periné.

Cavidad pélvica

La cavidad pélvica está recubierta por un peritoneo que continúa con el de la cavidad abdominal y que envuelve las caras superiores de las vísceras pélvicas, pero en la mayoría de las regiones no alcanza el suelo pélvico (fig. 5.8A).

Las vísceras pélvicas se localizan en la línea media de la cavidad pélvica. La vejiga es anterior y el recto es posterior. En las mujeres, el útero descansa entre la vejiga y el recto (fig. 5.8B). Otras estructuras, como los vasos y nervios, se ubican en profundidad al peritoneo junto a las paredes de la pelvis y a cada lado de las vísceras pélvicas.

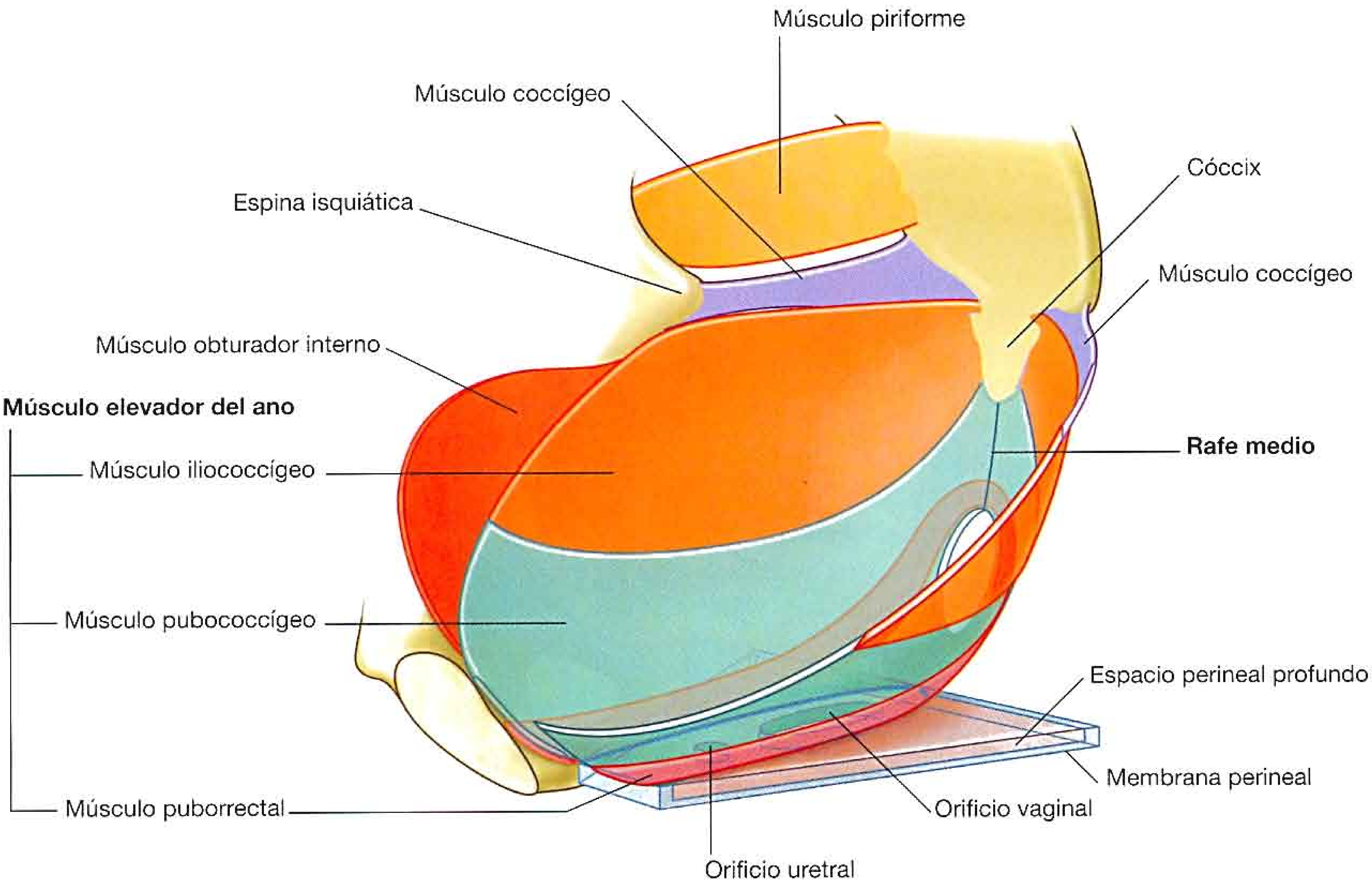


Fig. 5.7 Suelo pélvico.

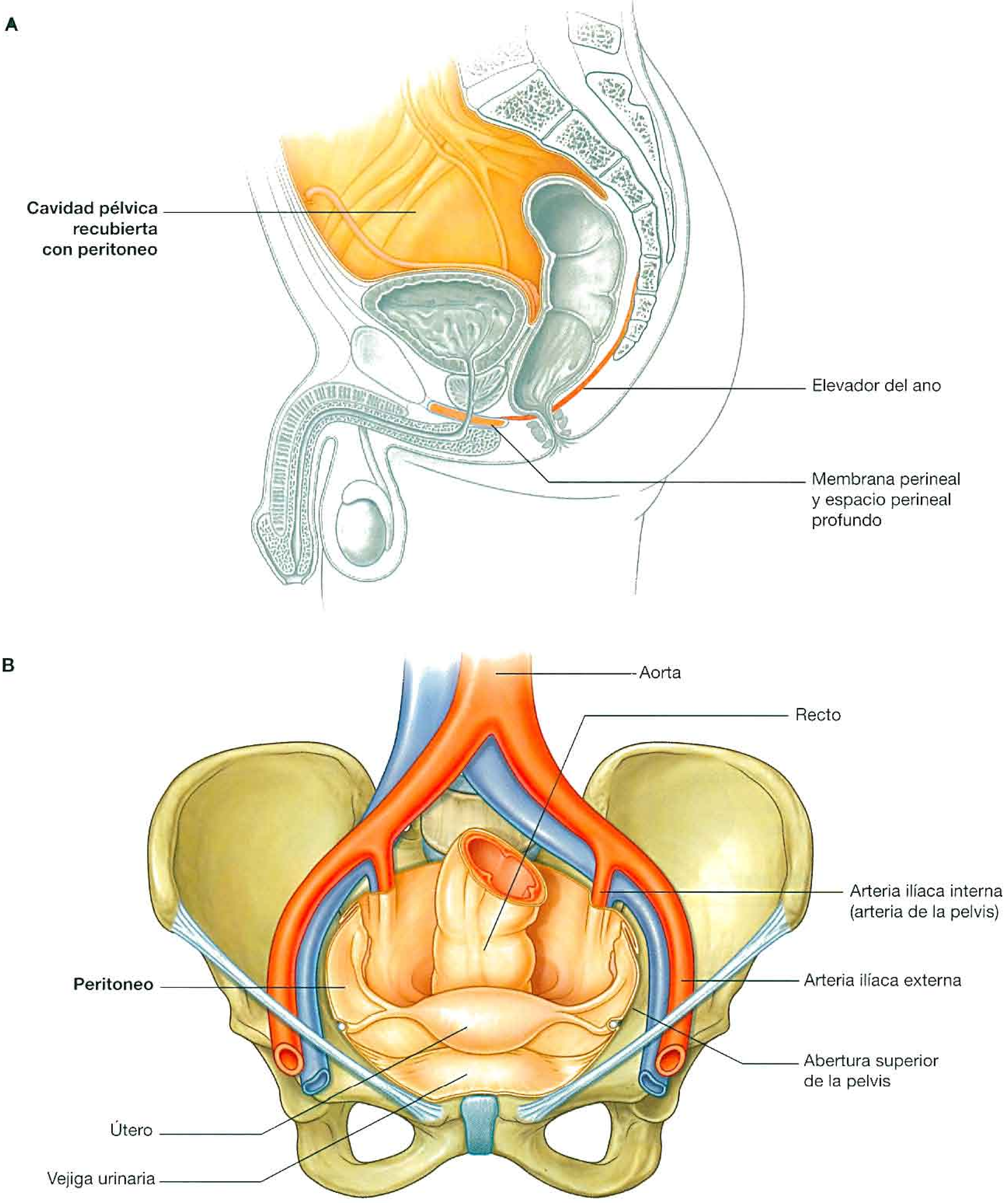


Fig. 5.8 Cavidad pélvica y peritoneo. **A.** Varones (corte sagital). **B.** Mujeres (vista anterior).

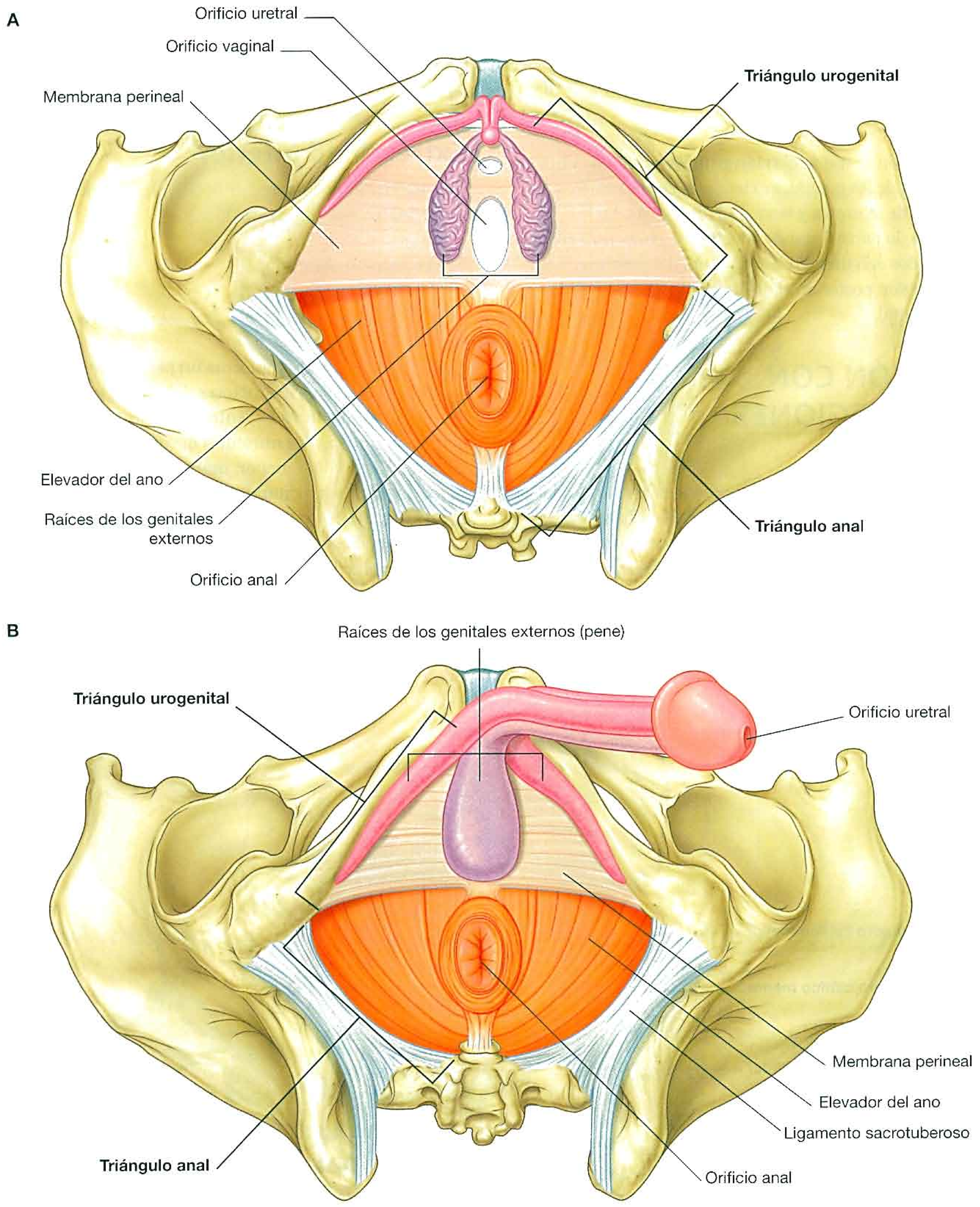


Fig. 5.9 Periné. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

Periné

El periné se sitúa en un plano inferior al suelo pélvico entre las extremidades inferiores (fig. 5.9 de la pág. 371). Su borde está formado por la abertura inferior. Una línea imaginaria trazada entre las tuberosidades isquiáticas divide el periné en dos regiones triangulares:

- En la región anterior, el **triángulo urogenital** contiene las raíces de los genitales externos y, en las mujeres, los orificios de la uretra y la vagina (fig. 5.9A). En los varones, la parte distal de la uretra se encuentra rodeada por tejidos eréctiles y se abre al final del pene (fig. 5.9B).
- En la región posterior, el triángulo anal contiene el orificio anal.

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Abdomen

La cavidad de la pelvis verdadera se continúa con la cavidad abdominal en la abertura superior (fig. 5.10A). Todas las estructuras que pasan entre la cavidad pélvica y el abdomen, incluidos los principales vasos, nervios y estructuras linfáticas, así como el colon sigmoide y los uréteres, pasan por la abertura superior. En los varones, el conducto deferente pasa a cada lado a través de la pared abdominal anterior y sobre la abertura superior para entrar en la cavidad pélvica. En las mujeres, los vasos, nervios y estructuras linfáticas del ovario pasan por la abertura superior para llegar a los ovarios, que descansan a cada lado, en posición inmediatamente inferior a la abertura superior.

Extremidad inferior

Tres aberturas de la pared de la pelvis comunican con la extremidad inferior (fig. 5.10A):

- El conducto obturador.
- El agujero ciático mayor.
- El agujero ciático menor.

El conducto obturador forma un paso entre la cavidad pélvica y la región de los aductores del muslo, en la cara superior del agujero obturador, entre el hueso, una membrana de tejido conjuntivo y los músculos que cubren el agujero.

El agujero ciático menor, que queda por debajo del suelo pélvico, permite la comunicación entre la región glútea y el periné (fig. 5.10B).

La cavidad pélvica también comunica directamente con el periné a través de un pequeño espacio que queda entre la sínfisis del pubis y la membrana perineal (fig. 5.10B).

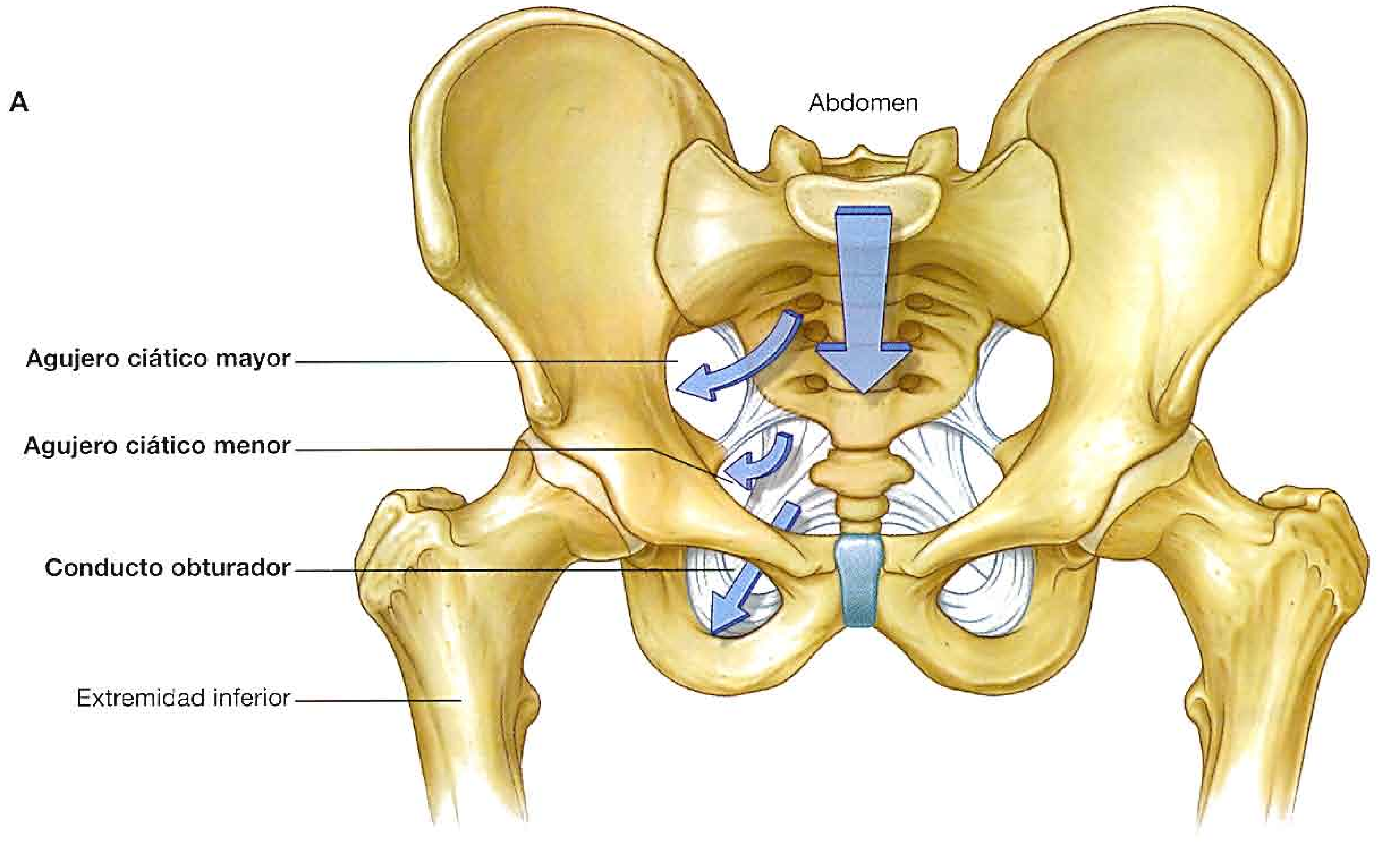


Fig. 5.10 Áreas de comunicación entre la pelvis verdadera y otras regiones. **A.** Entre la pelvis verdadera, el abdomen y la extremidad inferior.

ASPECTOS CLAVE

La cavidad pélvica se proyecta en sentido posterior

En la posición anatómica, las espinas ilíacas anterosuperiores y el borde superior de la sínfisis del pubis se encuentran en el mismo plano vertical (fig. 5.11). En consecuencia, la abertura superior de la pelvis forma un ángulo de 50-60° hacia delante en relación con el plano horizontal, y la cavidad pélvica se proyecta en sentido posterior desde la cavidad abdominal.

De forma simultánea, la parte urogenital de la abertura inferior (el arco isquiopubiano) se orienta en un plano casi horizontal, mientras que la parte posterior de la abertura inferior está situada más verticalmente. Por tanto, el triángulo urogenital del periné se orienta en sentido inferior, mientras que el triángulo anal lo hace en un sentido más posterior.

Varias estructuras significativas cruzan los uréteres en la cavidad pélvica

Los uréteres drenan los riñones, descienden por la pared abdominal posterior y atraviesan la abertura superior para entrar en la cavidad pélvica. Continúan en sentido inferior a lo largo de la pared lateral de la pelvis y finalmente conectan con la base de la vejiga.

Una estructura destacada cruza los uréteres en la cavidad pélvica tanto en varones como en mujeres: en éstas, la arteria uterina cruza el uréter lateral al cuello del útero (fig. 5.12A) y en los varones el conducto deferente atraviesa por encima el uréter inmediatamente posterior a la vejiga (fig. 5.12B).

La próstata es anterior al recto

En los varones, la próstata se sitúa inmediatamente anterior al recto, justo por encima del suelo pélvico (fig. 5.13). *Puede palparse mediante el tacto rectal.*

En ambos sexos, el conducto anal y la parte inferior del recto también se pueden evaluar durante el tacto rectal. En las mujeres también se pueden palpar el cuello y la parte inferior del cuerpo del útero. Sin embargo, estas estructuras pueden palparse más fácilmente con la exploración bimanual, en la cual los dedos índice y medio de la mano del médico se introducen en la vagina y la otra mano se coloca sobre la parte inferior de la pared abdominal anterior. Los órganos se palpan entre ambas manos. Esta técnica bimanual también se puede usar para explorar los ovarios y las trompas uterinas.

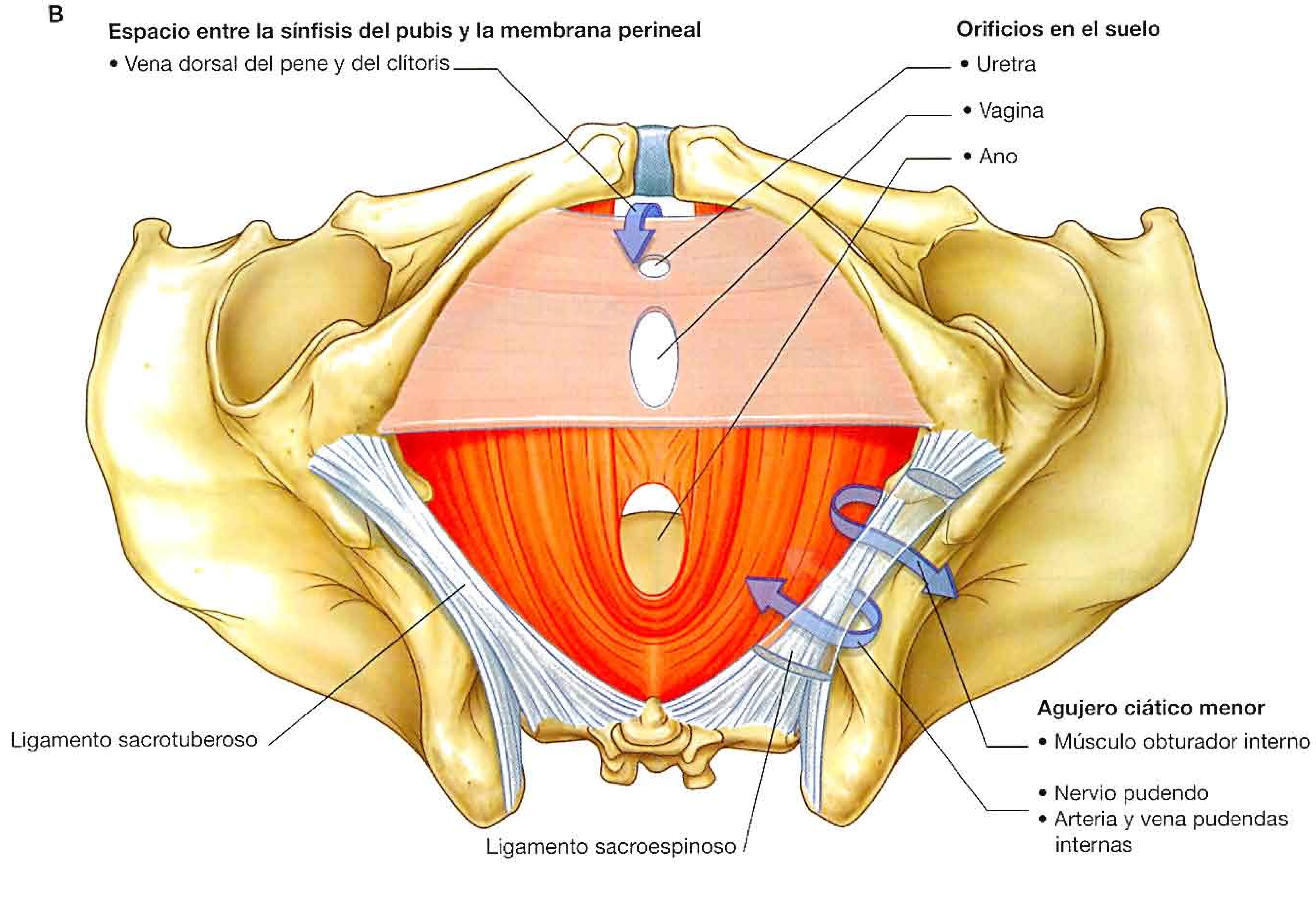


Fig. 5.10 ***(cont.)*** Áreas de comunicación entre la pelvis verdadera y otras regiones. **B.** Entre el periné y otras regiones.

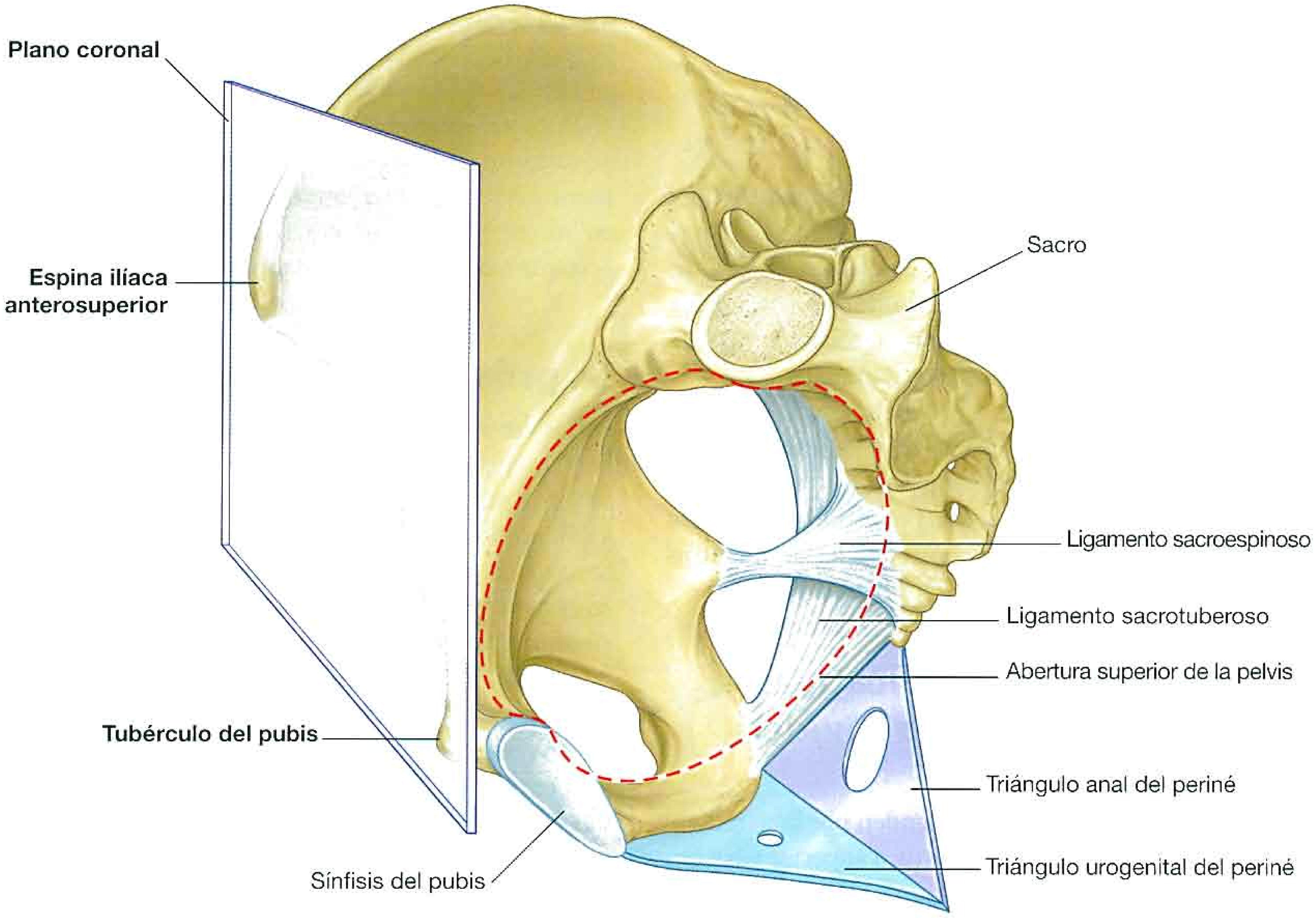


Fig. 5.11 Orientación de la pelvis y la cavidad pélvica en posición anatómica.

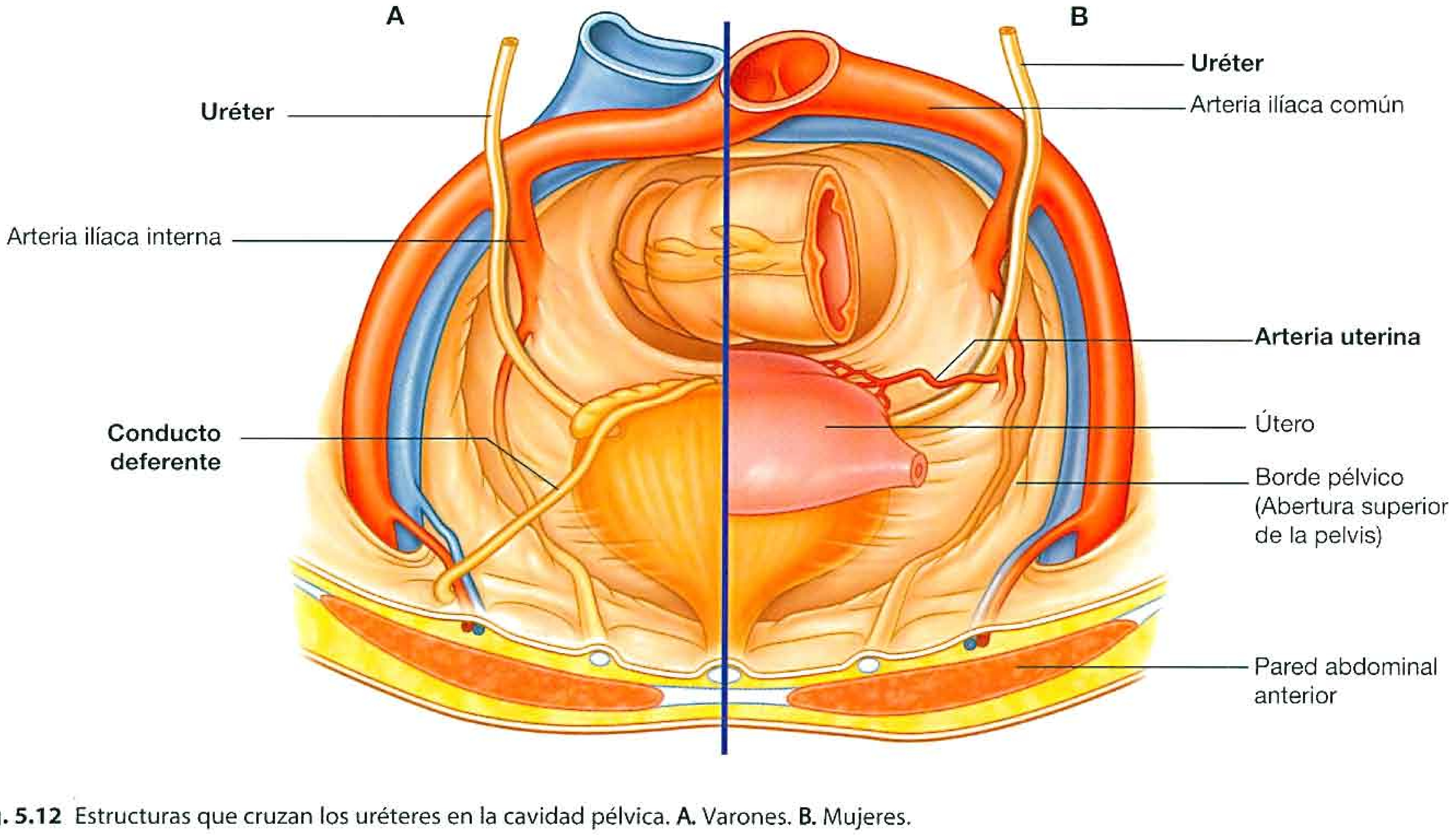


Fig. 5.12 Estructuras que cruzan los uréteres en la cavidad pélvica. **A.** Varones. **B.** Mujeres.

El periné está inervado por los segmentos sacros de la médula espinal

Los dermatomas del periné, tanto en varones como en mujeres, proceden de los niveles S3 a S5 de la médula espinal, excepto en las regiones anteriores, que tienden a estar inervadas por el nivel L1 mediante los nervios relacionados con la pared abdominal (fig. 5.14). Los dermatomas de L2 a S2 se sitúan predominantemente en la extremidad inferior.

La mayoría de los músculos esqueléticos del periné y del suelo pélvico, incluidos los esfínteres externo del ano y externo de la uretra, están inervados por los niveles S2 a S4 de la médula espinal.

Gran parte de la inervación somática motora y sensitiva del periné procede del nervio pudendo, de los niveles medulares S2 a S4.

Los nervios están relacionados con el hueso

El **pudendo** es el nervio principal del periné y está directamente relacionado con la espina isquiática de la pelvis (fig. 5.15). A cada lado del cuerpo, estas espinas y los ligamentos sacroespinosos insertados en ellas separan los agujeros ciáticos mayores de los agujeros ciáticos menores en la pared lateral de la pelvis.

El nervio pudendo deja la cavidad de la pelvis a través del agujero ciático mayor y después entra inmediatamente en el periné en posición inferior al suelo pélvico, rodeando la espina isquiática y atravesando el agujero ciático menor. *La espina isquiática puede palparse desde la vagina en las mujeres y es la referencia utilizada para bloquear el nervio pudendo.*

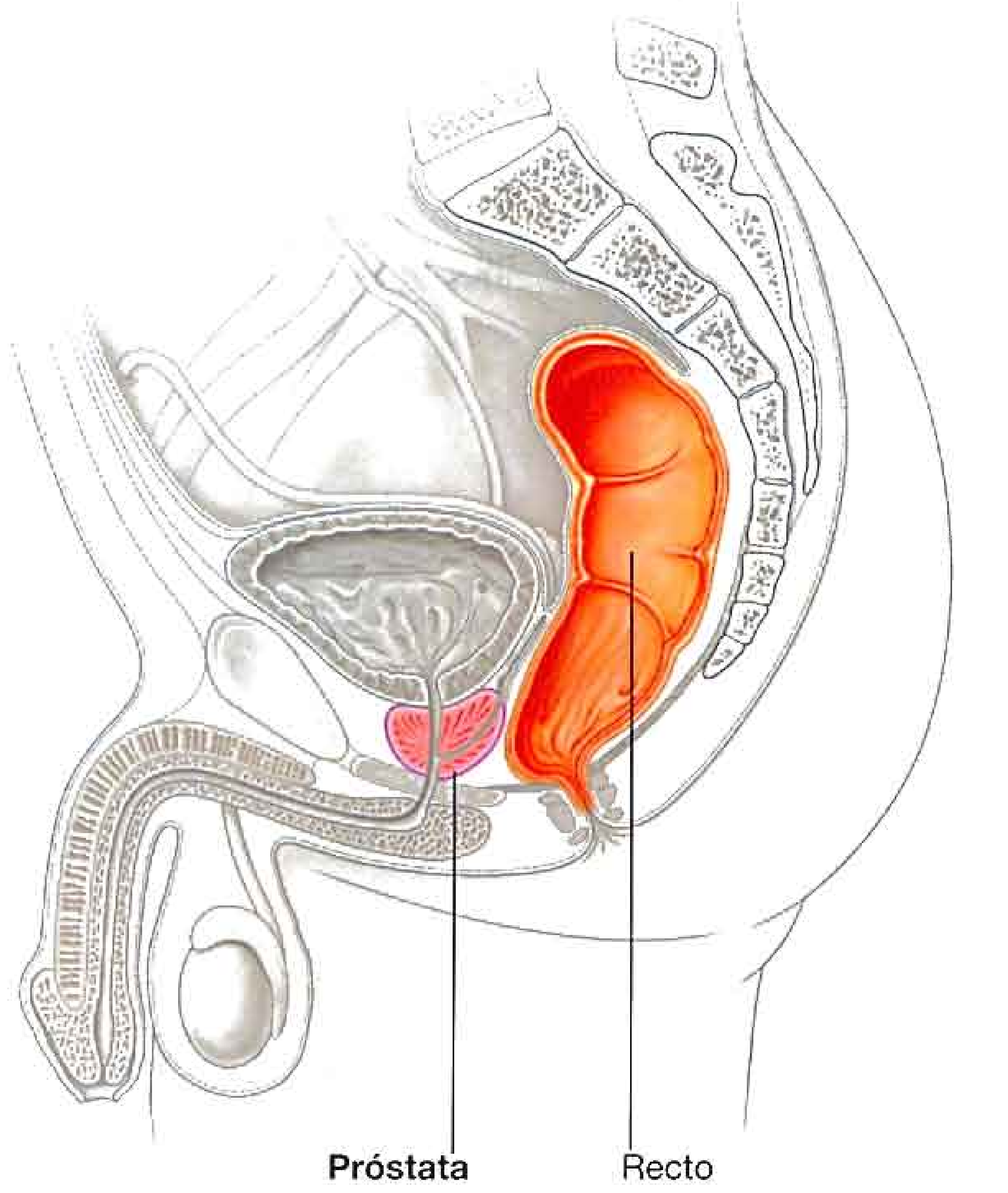


Fig. 5.13 Posición de la próstata.

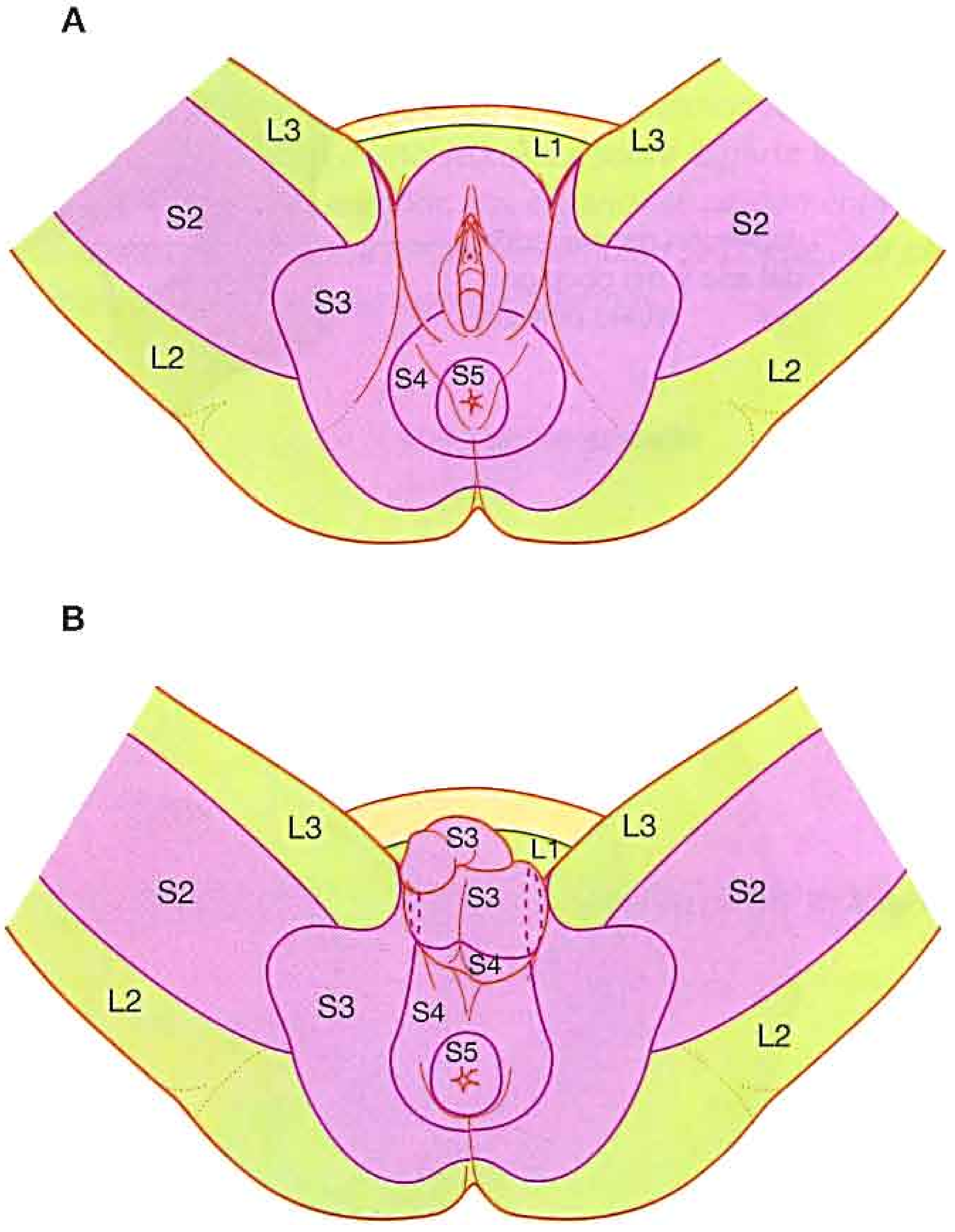


Fig. 5.14 Dermatomas del periné. A. Mujeres. B. Varones.

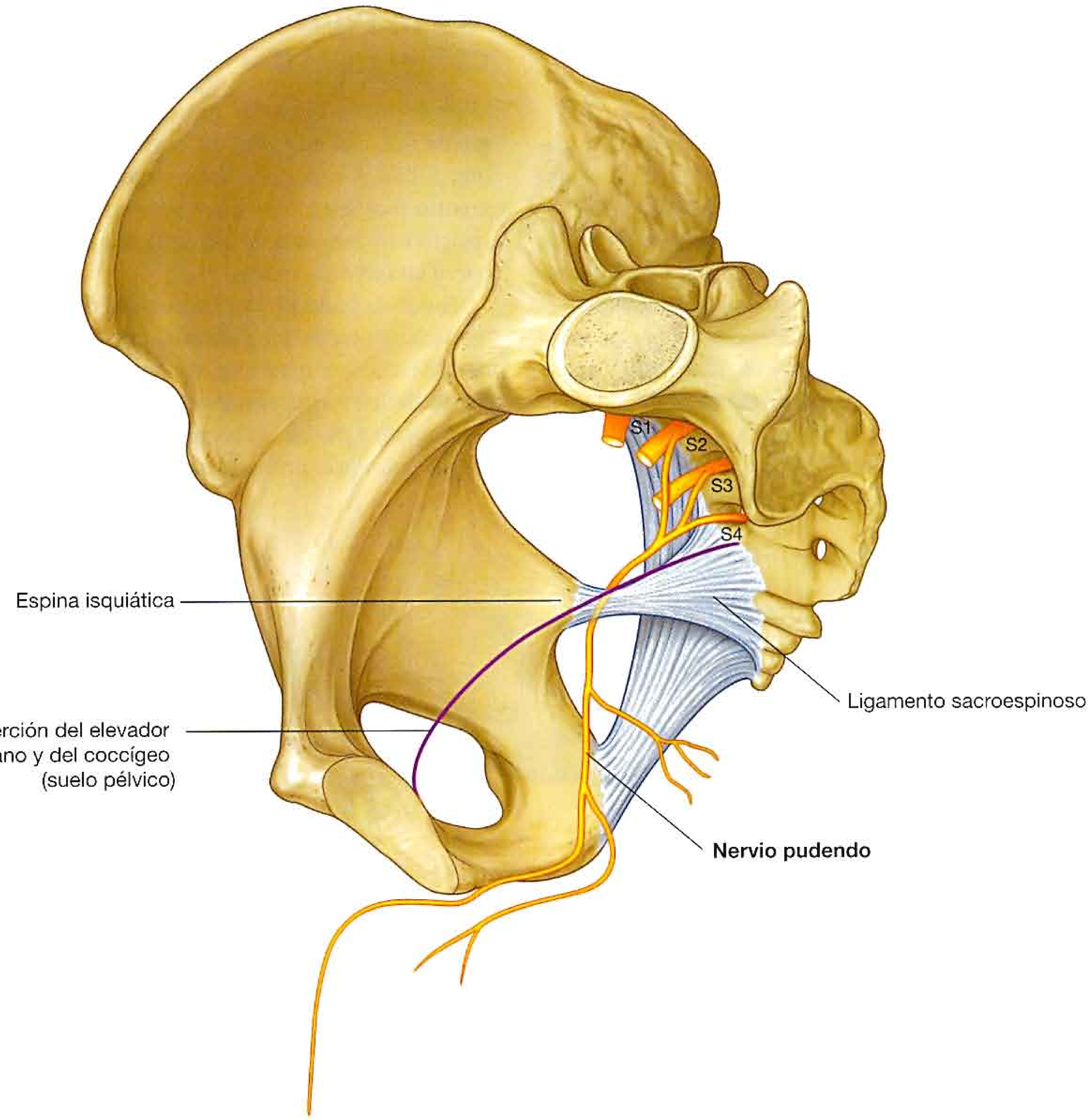


Fig. 5.15 Nervio pudendo.

La inervación parasimpática procedente de los niveles medulares S2 a S4 controla la erección

La inervación parasimpática de los niveles S2 a S4 de la médula espinal controla la erección genital tanto en varones como en mujeres (fig. 5.16). A cada lado, los nervios parasimpáticos preganglionares salen de los ramos anteriores de los nervios espinales sacros y entran en el **plexo hipogástrico inferior** (plexo pélvico) en la pared lateral de la pelvis.

Los dos plexos hipogástricos inferiores son extensiones inferiores del plexo prevertebral abdominal que se forma sobre la pared abdominal posterior junto a la aorta abdominal. Los nervios que proceden de estos plexos penetran en el suelo pélvico para inervar los tejidos eréctiles del clítoris en las mujeres y del pene en los varones.

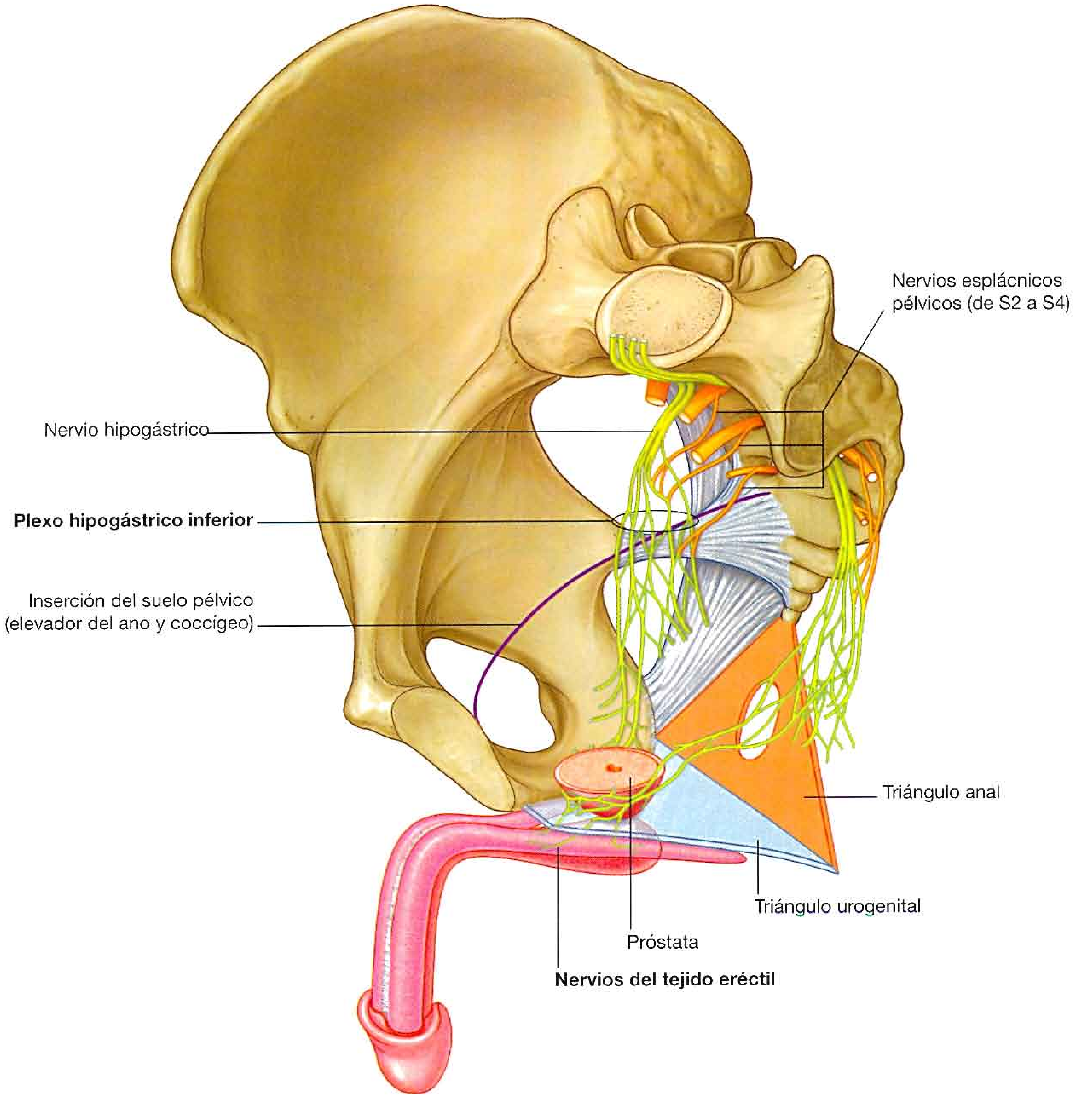


Fig. 5.16 Nervios esplácnicos pélvicos procedentes de los niveles medulares S2 a S4 que controlan la erección.

Los músculos y la fascia del suelo pélvico y del periné se cruzan en el centro tendinoso del periné

Las estructuras del suelo pélvico se cruzan con las del periné en el **centro tendinoso del periné** (fig. 5.17). Este nudo fibromuscular mal definido se sitúa en el centro del periné, aproximadamente a mitad de camino entre las dos tuberosidades isquiáticas. En el centro tendinoso del periné convergen:

- Los músculos elevadores del ano del diafragma pelviano.
- Los músculos de los triángulos urogenital y anal del periné, incluidos los esfínteres de músculo esquelético relacionados con la uretra, la vagina y el ano.

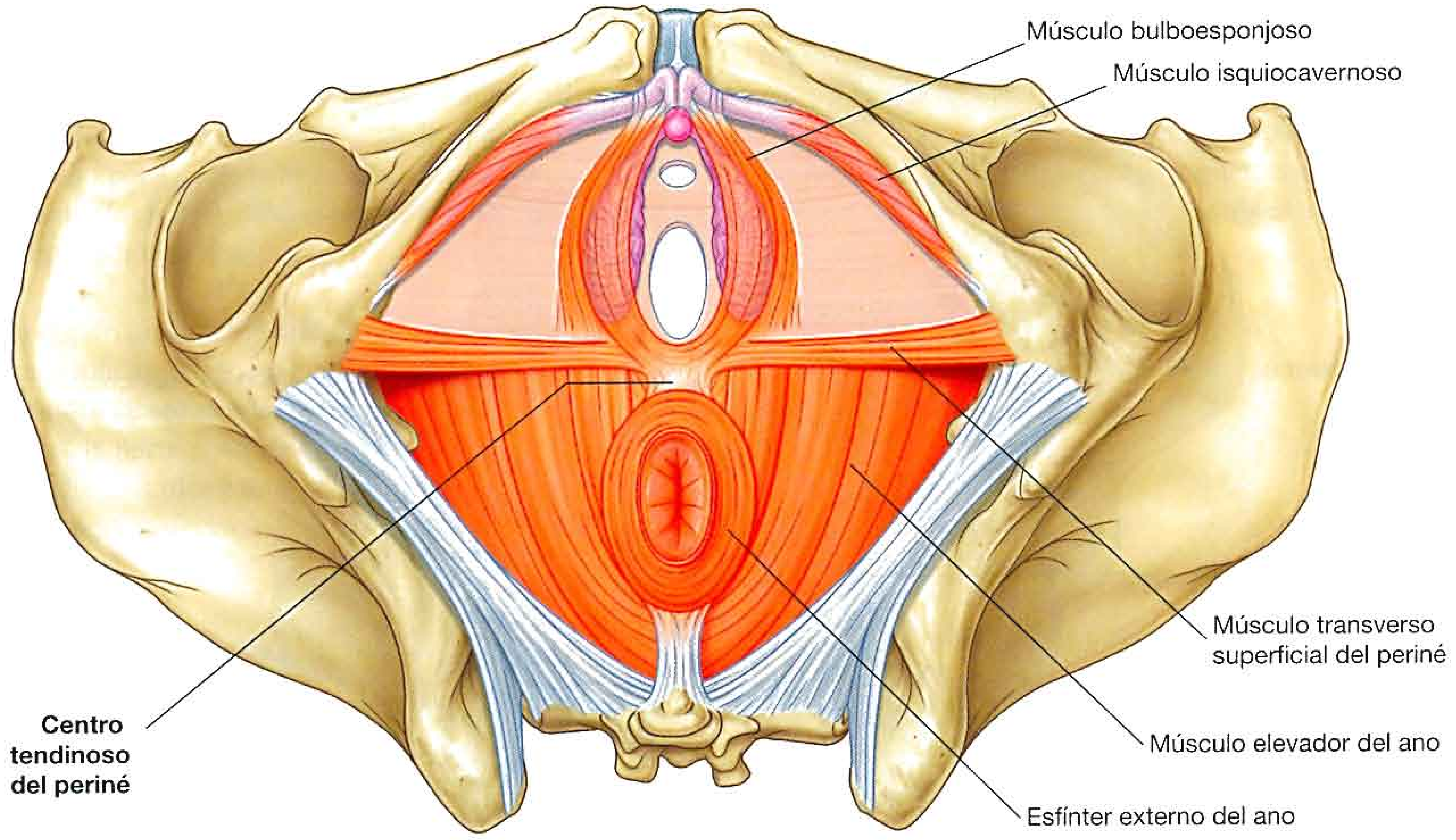


Fig. 5.17 Centro tendinoso del periné.

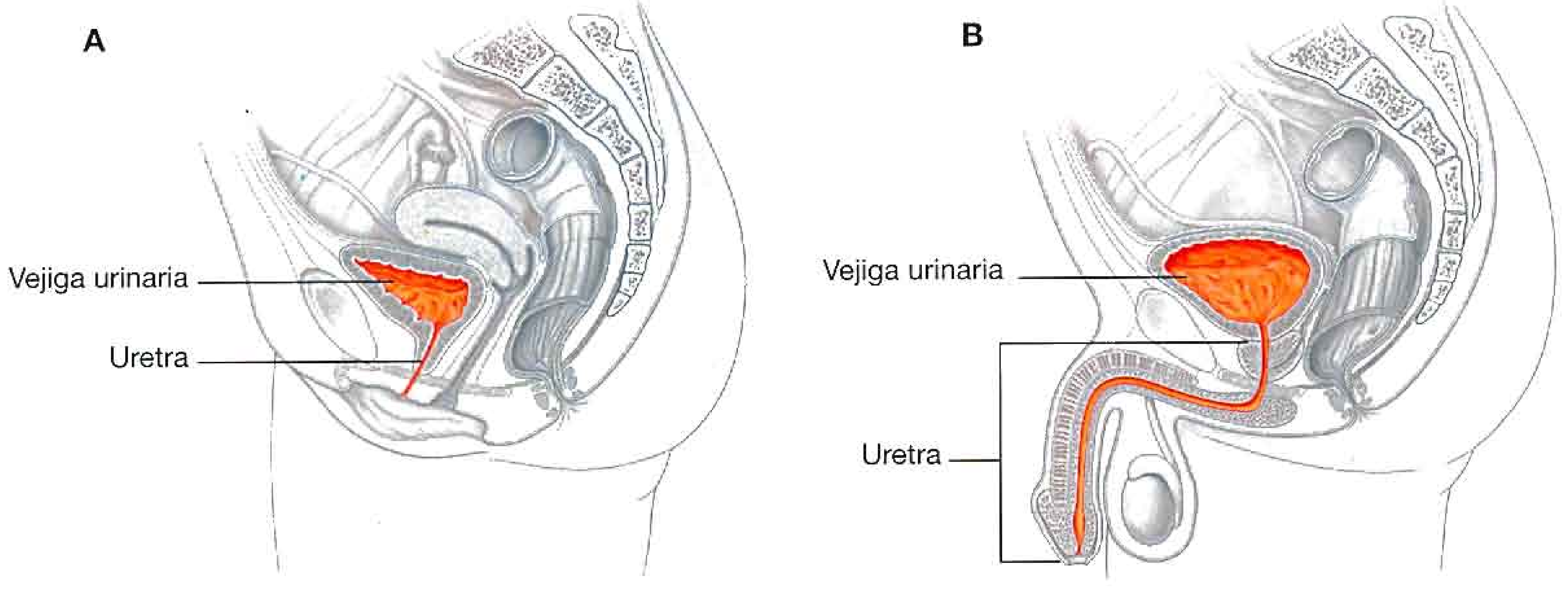


Fig. 5.18 Trayecto de la uretra. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

El sexo determina el trayecto de la uretra

En las mujeres, la uretra es corta, atraviesa el suelo pélvico en sentido inferior desde la vejiga y se abre directamente en el periné (fig. 5.18A).

En los varones, la uretra atraviesa la próstata antes de dirigirse a través del espacio perineal profundo y la membrana perineal, tras lo que queda englobada dentro de los tejidos eréctiles del pene antes de abrirse en el extremo de éste (fig. 5.18B). La porción peneana de la uretra masculina tiene dos ángulos:

- El principal de ellos es un ángulo fijo en el que la uretra se curva en sentido anterior en la raíz del pene después de atravesar la membrana perineal.
- El otro ángulo se encuentra distalmente, donde la porción no insertada del pene se curva en sentido inferior. Cuando el pene está en erección, este segundo ángulo desaparece.

Se deben tener en cuenta los distintos trayectos de la uretra en el varón y la mujer cuando se cateteriza a los pacientes y cuando se evalúan las lesiones perineales o las enfermedades pélvicas.

Anatomía regional

La pelvis es la región del cuerpo que está rodeada por los huesos pélvicos y por los elementos inferiores de la columna vertebral. Se divide en dos regiones principales: la región superior es la pelvis falsa (mayor) y forma parte del abdomen, y la región inferior es la pelvis verdadera (menor), que rodea a la cavidad pélvica.

La cavidad pélvica, que tiene forma de cuenco, se continúa por arriba con la cavidad abdominal. El borde de la cavidad pélvica (la abertura superior) queda totalmente rodeado por hueso, mientras que el suelo pélvico es una estructura fibromuscular que separa la cavidad pélvica por encima del periné por debajo.

El periné se encuentra por debajo del suelo pélvico y sus bordes están formados por la abertura inferior. El periné contiene:

- Las aberturas terminales de los aparatos digestivo y urinario.
- La abertura al exterior del aparato reproductor.
- Las raíces de los genitales externos.

PELVIS

Huesos

Los huesos de la pelvis son los huesos coxales derecho e izquierdo, el sacro y el cóccix. El sacro se articula en su parte superior con la vértebra L5 en la articulación lumbosacra y los huesos coxales se articulan en su zona posterior con el sacro en las articulaciones sacroilíacas, y entre sí en su cara anterior en la sínfisis del pubis.

Los huesos coxales

Los huesos coxales tienen una forma irregular y presentan dos partes principales, separadas por una línea oblicua en la superficie medial del hueso (fig. 5.19A):

- La parte que queda por encima de esta línea constituye la pelvis falsa, que pertenece al abdomen.
- La parte que queda por debajo constituye la pelvis verdadera, que contiene la cavidad pélvica.

Los dos tercios inferiores de esta línea constituyen la línea terminal y contribuyen a formar el borde de la abertura superior.

Casos prácticos

Localización de la posición de la arteria femoral

La espina ilíaca anterosuperior y el tubérculo del pubis se pueden palpar en el paciente. El ligamento inguinal transcurre entre estos dos puntos y marca la separación entre el abdomen y la extremidad inferior.

La **arteria femoral** se encuentra en el muslo a mitad de camino entre la espina ilíaca anterosuperior y el tubérculo del pubis y en posición inferior al ligamento inguinal, cerca de la superficie, por lo que su pulso se puede percibir fácilmente en la palpación. El nervio femoral transcurre en sentido lateral y la vena femoral en sentido medial a la arteria femoral.

Uso de la arteria femoral en la angiografía y en procedimientos endovasculares

Los catéteres se pueden guiar a través de las arterias femoral e ilíaca e introducirse en otras ramas de la aorta para realizar una angiografía y procedimientos endovasculares en las regiones abdominal y torácica sobre las extremidades inferiores homolaterales y contralaterales, sobre las extremidades superiores y sobre los vasos sanguíneos de la cabeza y el cuello. Estos procedimientos son la angioplastia (dilatación de estenosis y oclusiones utilizando balones) y la embolización (bloqueo de los vasos sanguíneos, por ejemplo de masas tumorales o vasculares).

La arteria femoral se sitúa directamente anterior a la cabeza femoral y a la articulación de la cadera. Cuando se extrae el catéter arterial se comprime la arteria contra la cabeza femoral aplicando presión con cuidado, con lo que se controla y se evita la hemorragia. En circunstancias normales se forma un coágulo sobre la pequeña punción antes de 10 minutos.

Uso de la vena femoral para angiografía pulmonar

Se puede acceder a la vena femoral de forma similar a la arteria femoral. Se pueden introducir catéteres a través de la vena femoral hacia la vena cava inferior y directamente en la aurícula derecha, atravesando las válvulas tricúspide y pulmonar para realizar una angiografía pulmonar.

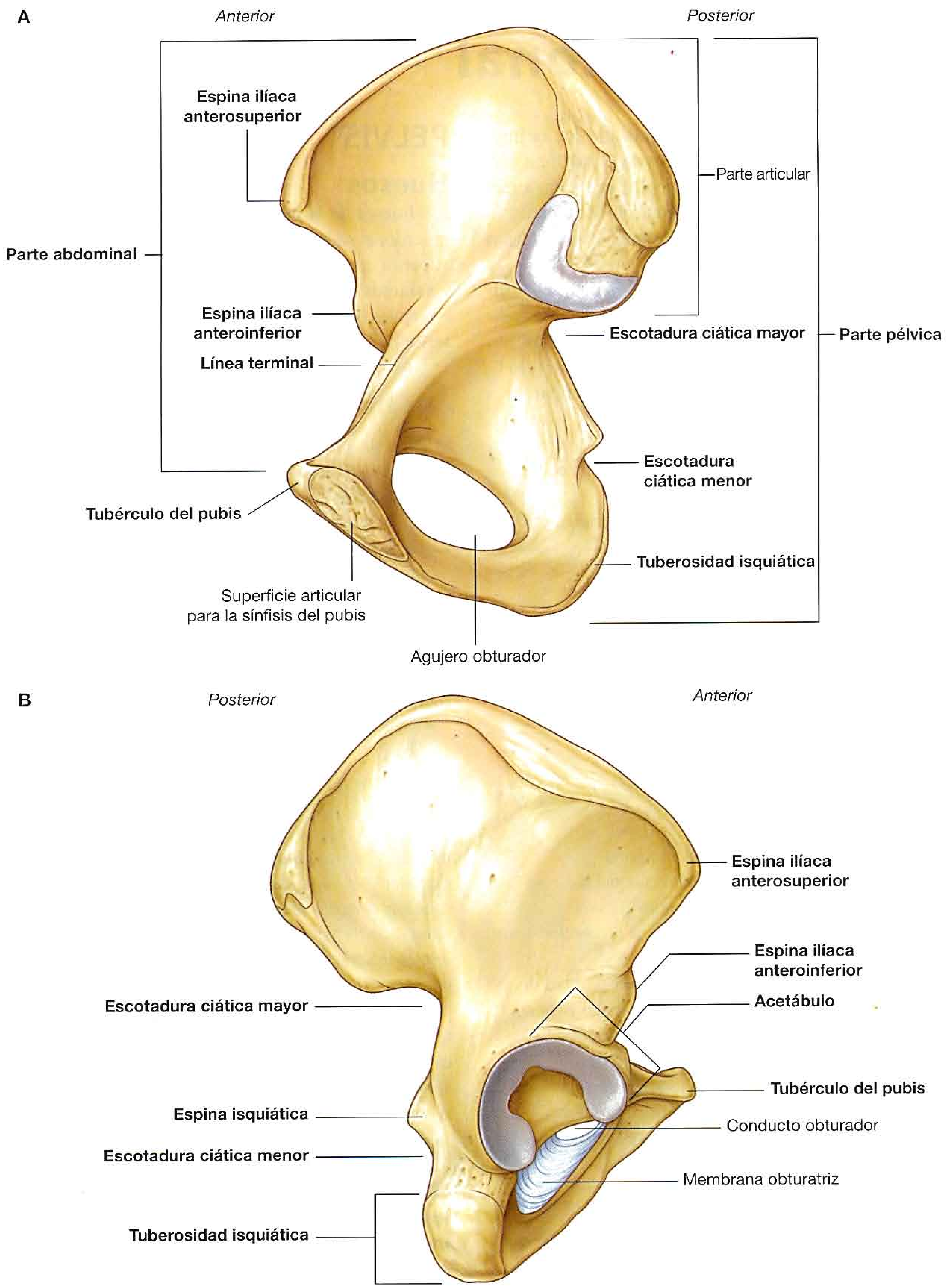


Fig. 5.19 Coxal derecho. **A.** Cara medial. **B.** Cara lateral.

La superficie lateral del hueso coxal tiene una gran cavidad articular, el **acetábulo**, que junto con la cabeza del fémur forma la articulación de la cadera (fig. 5.19B).

En la parte inferior del acetábulo se encuentra el gran **agujero obturador**, la mayor parte del cual está cerrada por una membrana plana de tejido conjuntivo, la **membrana obturatriz.** En su parte superior se mantiene abierto un pequeño conducto obturador, entre la membrana y el hueso adyacente, que proporciona una vía de comunicación entre la extremidad inferior y la cavidad pélvica.

El borde posterior del hueso está marcado por dos escotaduras separadas por la **espina isquiática:**

- La **escotadura ciática mayor.**
- La **escotadura ciática menor.**

El borde posterior termina en su extremo inferior como la gran **tuberosidad isquiática.**

El borde anterior irregular del hueso coxal está delimitado por la **espina ilíaca anterosuperior**, la **espina ilíaca anteroinferior** y el **tubérculo del pubis.**

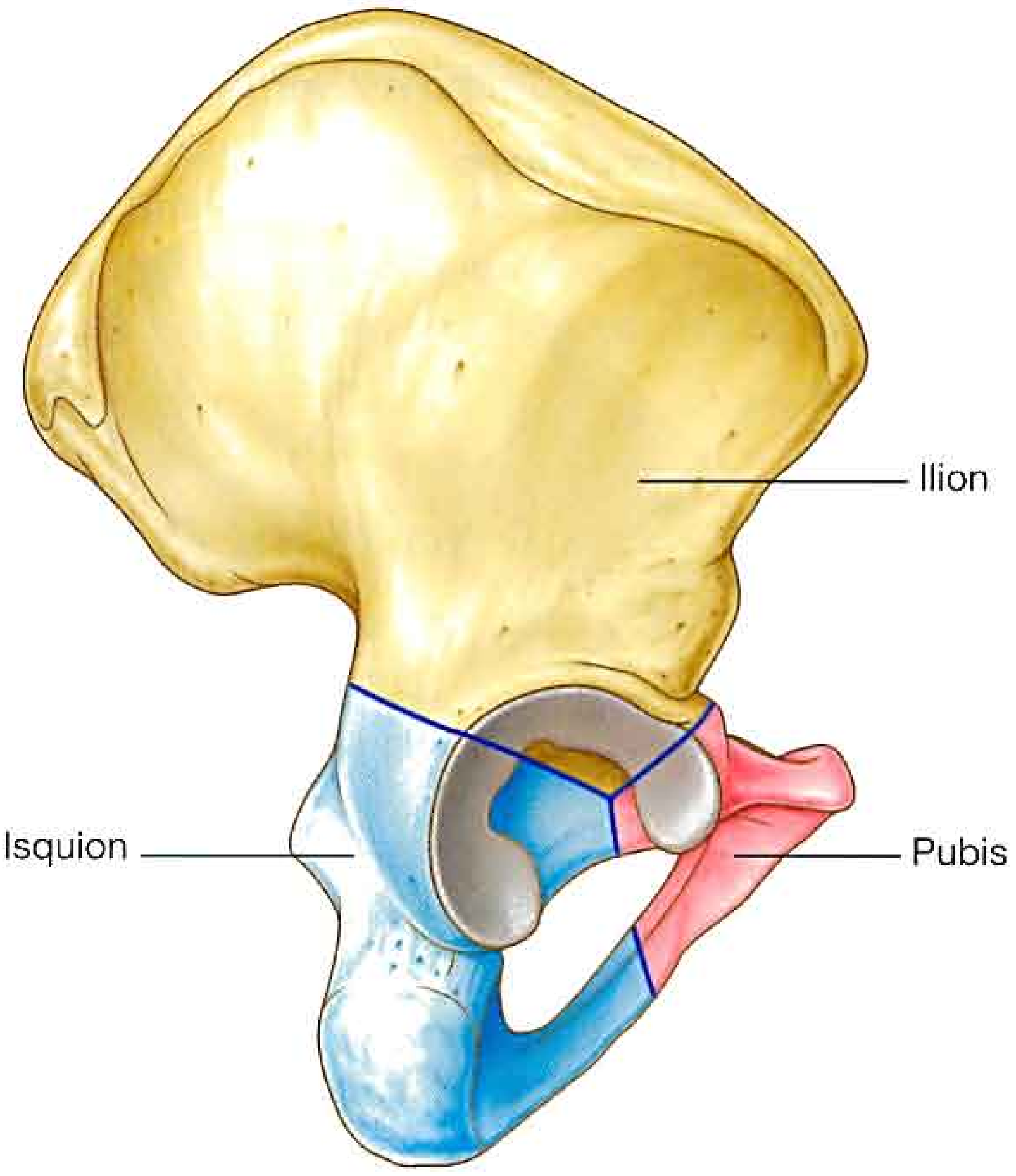


Fig. 5.20 Ilion, isquion y pubis.

Componentes del hueso coxal

Cada hueso coxal está formado por tres elementos: el ilion, el pubis y el isquion. Al nacimiento, estos huesos están conectados por cartílago en la zona del acetábulo; posteriormente, entre los 16 y los 18 años, se fusionan en un hueso único (fig. 5.20).

Ilion

De los tres componentes del hueso coxal, el **ilion** es el que ocupa la posición más superior.

Se divide en sus partes superior e inferior mediante una cresta situada en su superficie medial (fig. 5.21A):

- La parte posterior de la cresta es afilada y descansa inmediatamente por encima de la superficie del hueso que se articula con el sacro. Esta superficie sacra tiene una gran carilla con forma de L para articularse con el sacro y una superficie expandida en sentido posterior, rugosa, para la inserción de los fuertes ligamentos que sostienen la articulación sacroilíaca (fig. 5.21).
- La porción anterior de la cresta que separa las partes superior e inferior del ilion es redondeada y se denomina **línea arqueada.**

La línea arqueada forma parte de la línea terminal y del borde pélvico.

La porción del ilion situada bajo la línea arqueada es la parte pélvica del ilion y contribuye a la pared de la pelvis menor o verdadera.

La parte superior del ilion se expande para formar un «ala» plana, con forma de abanico, que proporciona el sostén óseo para la parte inferior del abdomen o pelvis falsa. Esta parte del ilion permite la inserción de los músculos que se relacionan funcionalmente con la extremidad inferior. La superficie anteromedial del ala es cóncava y forma la **fosa ilíaca.** La parte externa (superficie glútea) del ala está delimitada por líneas y rugosidades, y se relaciona con la región glútea de la extremidad inferior (fig. 5.21B).

Todo el borde superior del ilion se engrosa para formar una cresta prominente (la **cresta ilíaca**), que es el lugar de inserción de los músculos y la fascia del abdomen, la espalda y la extremidad inferior, y termina en su extremo anterior como la **espina ilíaca anterosuperior** y en el posterior como la **espina ilíaca posterosuperior.**

Un tubérculo prominente se proyecta lateralmente cerca del extremo anterior de la cresta; el extremo posterior de la cresta se engrosa para formar la **tuberosidad ilíaca.**

En la parte inferior de la espina ilíaca anterosuperior de la cresta, en el borde anterior del ilion, hay una protuberancia redondeada denominada **espina ilíaca anteroinferior.** Esta estructura sirve como punto de inserción para el músculo recto femoral y el ligamento iliofemoral asociados a la extremidad inferior. Hay una **espina ilíaca posteroinferior** menos prominente a lo largo del borde posterior de la superficie sacra del ilion, donde el hueso se angula hacia delante para formar el borde superior de la escotadura ciática mayor.

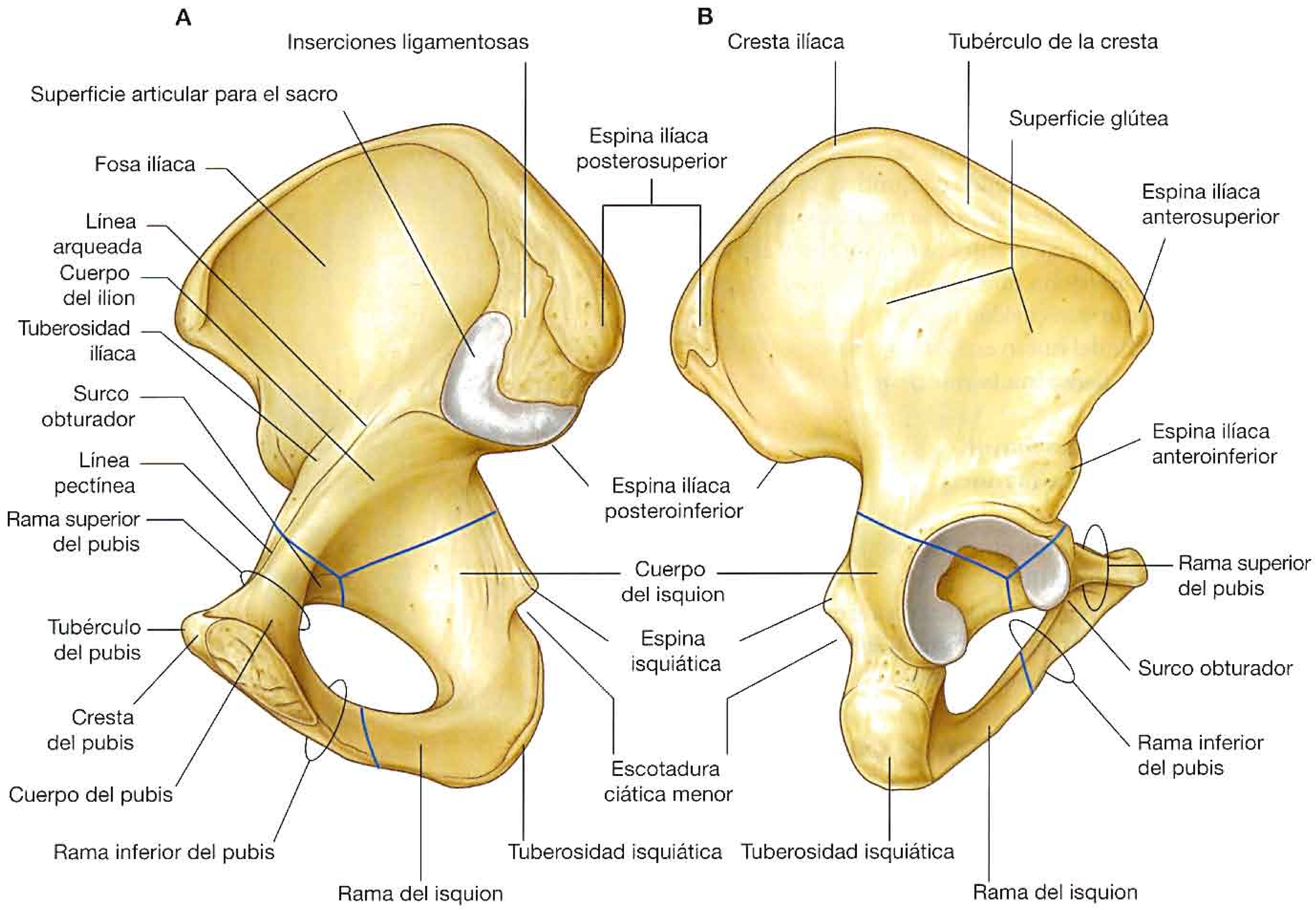


Fig. 5.21 Componentes del hueso coxal. **A.** Superficie medial. **B.** Superficie lateral.

Conceptos prácticos

Biopsia de médula ósea

En algunas enfermedades (como la leucemia) es necesario obtener una muestra de médula ósea para evaluar el estadio y la gravedad del problema. Para obtener dichas biopsias de médula ósea se suele utilizar la cresta ilíaca.

La cresta ilíaca está cerca de la superficie y se puede palpar con facilidad.

La biopsia de médula ósea se realiza fácilmente con la inyección de un anestésico local en la piel y haciendo pasar una aguja cortante a través del hueso cortical de la cresta ilíaca. Se aspira la médula ósea y se estudia al microscopio. Con esta técnica también se pueden obtener muestras de hueso cortical que informan sobre el metabolismo óseo.

Pubis

La parte anterior e inferior del hueso coxal es el **pubis** (fig. 5.21). Tiene un cuerpo y dos ramas:

- El **cuerpo** es aplanado en sentido dorsoventral y se articula con el cuerpo del hueso púbico del otro lado en la **sínfisis del pubis.** El cuerpo tiene una cresta púbica redondeada en su cara superior que termina lateralmente en forma de un prominente **tubérculo del pubis**.
- La **rama superior del pubis** se proyecta posterolateralmente desde el cuerpo y se une con el ilion y el isquion en su base, que está orientada hacia el acetábulo. El borde superior afilado de esta superficie triangular se denomina **pecten del pubis (cresta pectínea)**, que forma parte de la línea terminal del hueso coxal y de la abertura superior. En sentido anterior, esta línea continuaciones continúa con la **cresta del pubis**, que también forma parte de la línea terminal y de la abertura superior.

- La **rama inferior del pubis** está delimitada por el **surco obturador,** que forma el borde superior del conducto obturador. La rama inferior se proyecta lateralmente y en sentido inferior para unirse con la rama del isquion.

Isquion

El isquion es la parte posterior e inferior del hueso coxal (fig. 5.21). Consta de:

- Un gran cuerpo, que se proyecta en sentido superior para unirse al ilion y a la rama superior del pubis.
- Una rama, que se proyecta en sentido anterior para unirse a la rama inferior del pubis.

El borde posterior del hueso está delimitado por una **espina isquiática** prominente que separa la escotadura ciática menor, por debajo, de la escotadura ciática mayor, por encima.

La característica más prominente del isquion es una gran tuberosidad (la **tuberosidad isquiática**) en la cara posteroinferior del hueso. Esta tuberosidad es un lugar destacado para la inserción de los músculos de la extremidad inferior y para sostener el cuerpo en sedestación.

Sacro

El sacro, que tiene el aspecto de un triángulo invertido, está formado por la fusión de las cinco vértebras sacras (fig. 5.22). La base del sacro se articula con la vértebra L5 y su vértice lo hace con el cóccix. Cada una de las superficies laterales del hueso tiene una gran carilla con forma de L para articularse con el ilion del hueso coxal. Posterior a esa carilla hay una extensa zona rugosa para la inserción de los ligamentos que sostienen la articulación sacroilíaca. La cara superior del sacro está formada por la cara superior del cuerpo de la vértebra S1 y está flanqueada a cada lado por una apófisis transversa expandida a modo de ala denominada, precisamente, como **ala.** El borde anterior del cuerpo vertebral se proyecta hacia delante y constituye el promontorio. La superficie anterior del sacro es cóncava y la posterior es convexa. Como las apófisis transversas de las vértebras sacras adyacentes se fusionan lateralmente a la posición de los agujeros intervertebrales y lateralmente a la bifurcación de los nervios espinales en sus ramos posterior y anterior, los ramos posteriores y anteriores de los nervios espinales S1 a S4 surgen del sacro a través de agujeros separados. Hay cuatro pares de **agujeros sacros anteriores** en la superficie anterior del sacro para los ramos anteriores y cuatro pares de

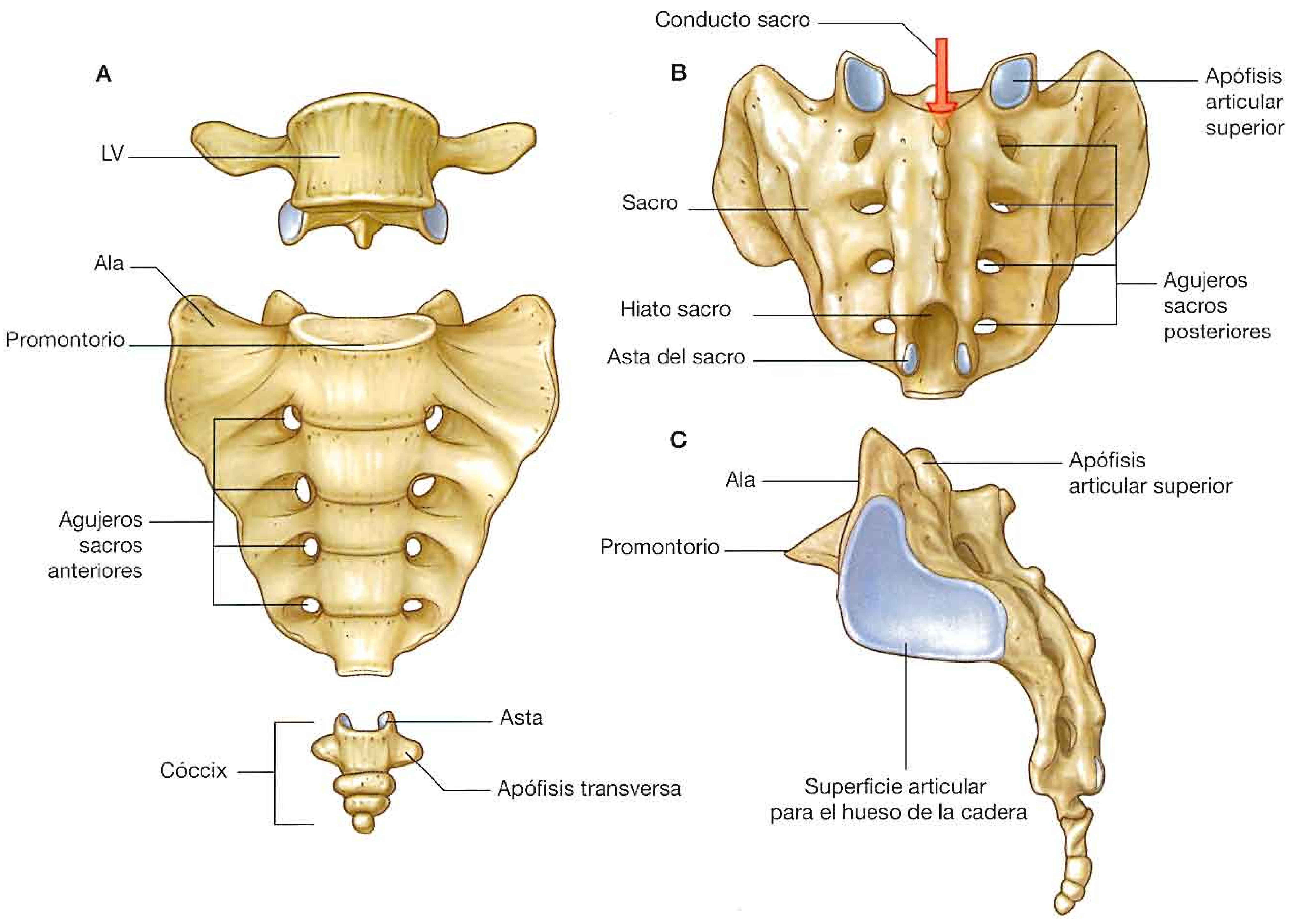


Fig. 5.22 Sacro y cóccix. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterior. **C.** Vista lateral.

agujeros sacros posteriores en la superficie posterior para los ramos posteriores. El **conducto del sacro** es continuación del conducto vertebral, que termina en el **hiato del sacro.**

Cóccix

La pequeña porción terminal de la columna vertebral es el cóccix, que contiene cuatro vértebras coccígeas fusionadas (fig. 5.22) y, como el sacro, tiene forma de triángulo invertido. La base del cóccix se orienta en sentido superior. La cara superior contiene una carilla para articularse con el sacro, y dos **astas** a cada lado que se proyectan hacia arriba para articularse o fusionarse con dos astas similares que se proyectan hacia abajo desde el sacro. Estas estructuras son modificaciones de las apófisis articulares superiores e inferiores como las que se encuentran en otras vértebras. Cada superficie lateral del cóccix tiene una pequeña apófisis transversa rudimentaria que se extiende desde la primera vértebra coccígea. Las vértebras coccígeas no tienen arcos vertebrales; por tanto, no hay conducto vertebral óseo en el cóccix.

Articulaciones

Articulaciones lumbosacras

El sacro se articula en su cara superior con la porción lumbar de la columna vertebral. Las articulaciones lumbosacras se forman entre la vértebra L5 y el sacro, y constan de:

- Las dos **articulaciones cigapofisarias** que existen entre las apófisis articulares superior e inferior adyacentes.
- Un disco intervertebral que une los cuerpos de las vértebras L5 y S1 (fig. 5.23A).

Estas articulaciones son similares a las existentes entre otras vértebras, con la excepción de que el sacro tiene una angulación en sentido posterior respecto a la vértebra L5. Como consecuencia, la parte anterior del disco intervertebral que se encuentra entre ambos huesos es más gruesa que la posterior.

Las articulaciones lumbosacras se refuerzan mediante los fuertes ligamentos iliolumbares y lumbosacros que se extienden desde las apófisis transversas expandidas de la vértebra L5 hacia el ilion y el sacro, respectivamente (fig. 5.23B).

Articulaciones sacroilíacas

Las articulaciones sacroilíacas transmiten las fuerzas desde las extremidades inferiores a la columna vertebral. Son articulaciones sinoviales entre las superficies articulares con forma de L que se encuentran en las carillas articulares de las superficies laterales del sacro y las carillas similares de las porciones ilíacas de los huesos coxales (fig. 5.24A). Las superficies articulares tienen un contorno irregular y se entrelazan para resistir el movimiento. Las articulaciones a menudo se fibrosan con la edad y pueden osificarse completamente.

Cada articulación sacroilíaca se estabiliza mediante tres ligamentos:

- El **ligamento sacroilíaco anterior**, que es un engrosamiento de la membrana fibrosa de la cápsula articular y discurre en sentido anterior e inferior a la articulación (fig. 5.24B).

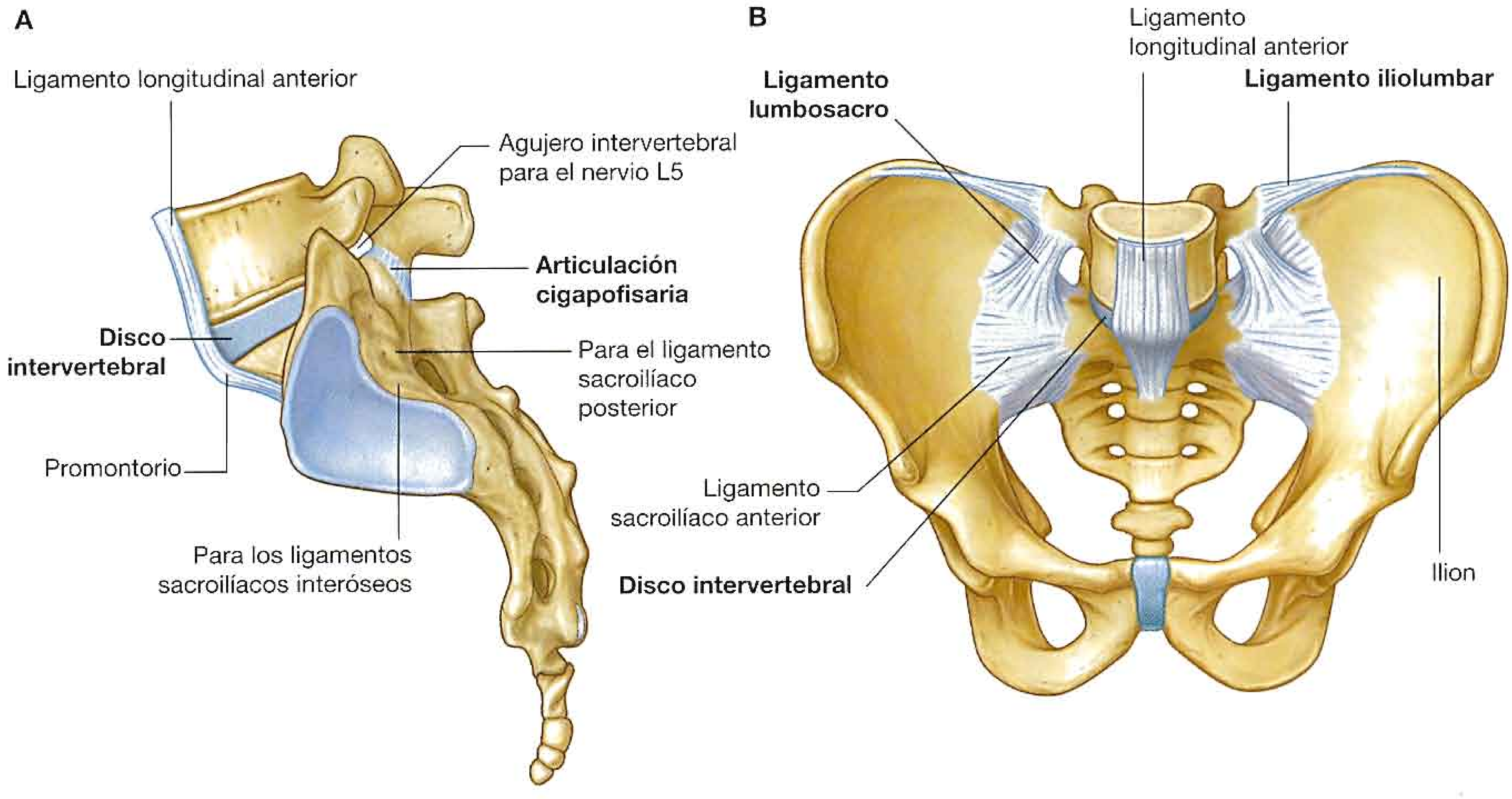


Fig. 5.23 Articulaciones lumbosacras y ligamentos relacionados. **A.** Vista lateral. **B.** Vista anterior.

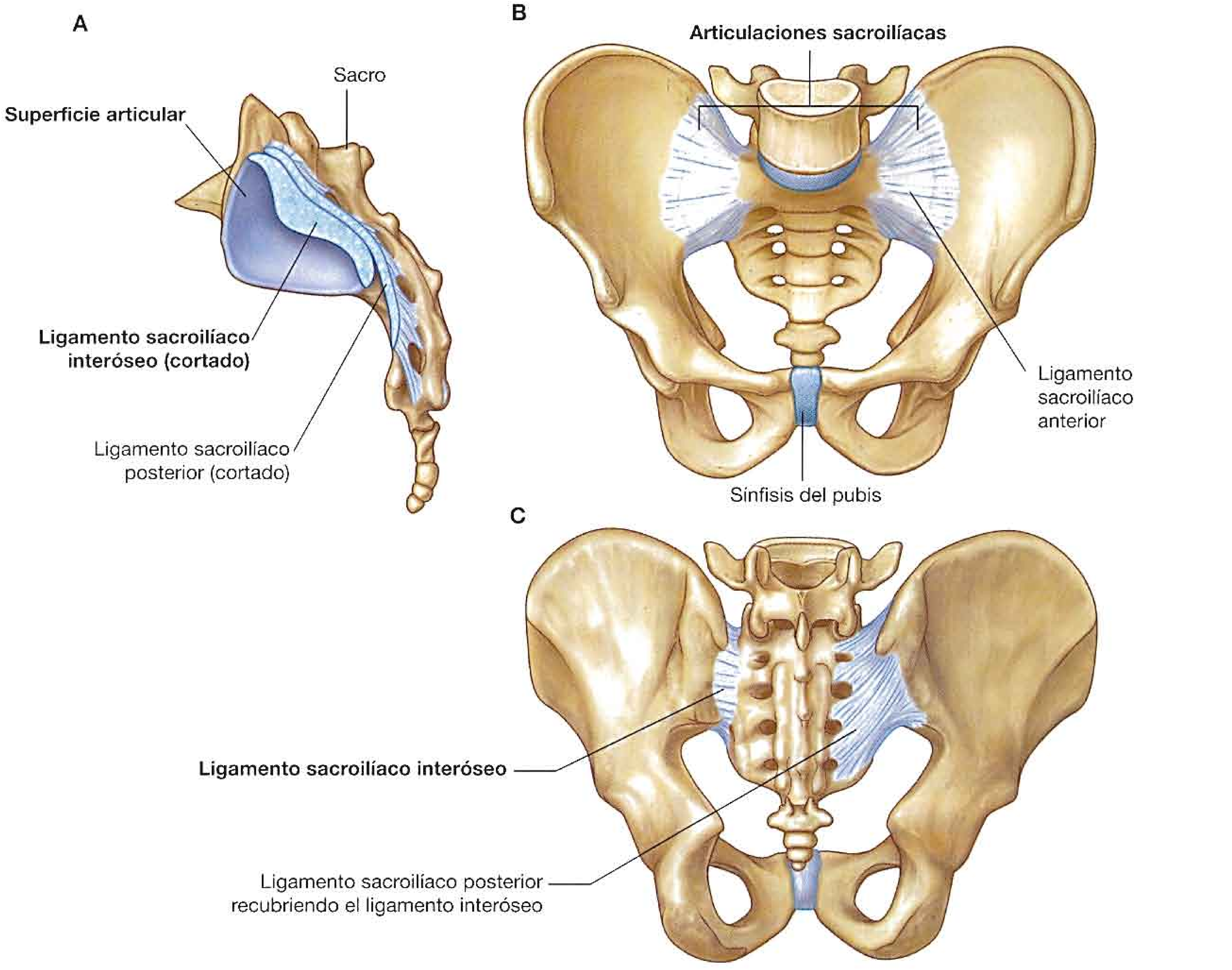


Fig. 5.24 Articulaciones sacroilíacas y ligamentos relacionados. **A.** Vista lateral. **B.** Vista anterior. **C.** Vista posterior.

- El **ligamento sacroilíaco interóseo**, que es el mayor y más fuerte de los tres, se sitúa inmediatamente posterosuperior a la articulación y se inserta en las áreas rugosas expandidas adyacentes del ilion y el sacro, con lo que rellena el espacio existente entre los dos huesos (figs. 5.24A y 5.24C).
- El **ligamento sacroilíaco posterior**, que cubre el ligamento sacroilíaco interóseo (fig. 5.24C).

Articulación de la sínfisis del pubis

La sínfisis del pubis se sitúa en una posición anterior entre las superficies adyacentes de los huesos púbicos (fig. 5.25). Cada superficie articular se encuentra cubierta por cartílago hialino, que se une a las superficies adyacentes a lo largo de la línea media mediante fibrocartílago. La articulación está rodeada por capas entretejidas de fibras de colágeno y hay dos ligamentos principales relacionados:

- El **ligamento púbico superior**, situado por encima de la articulación.

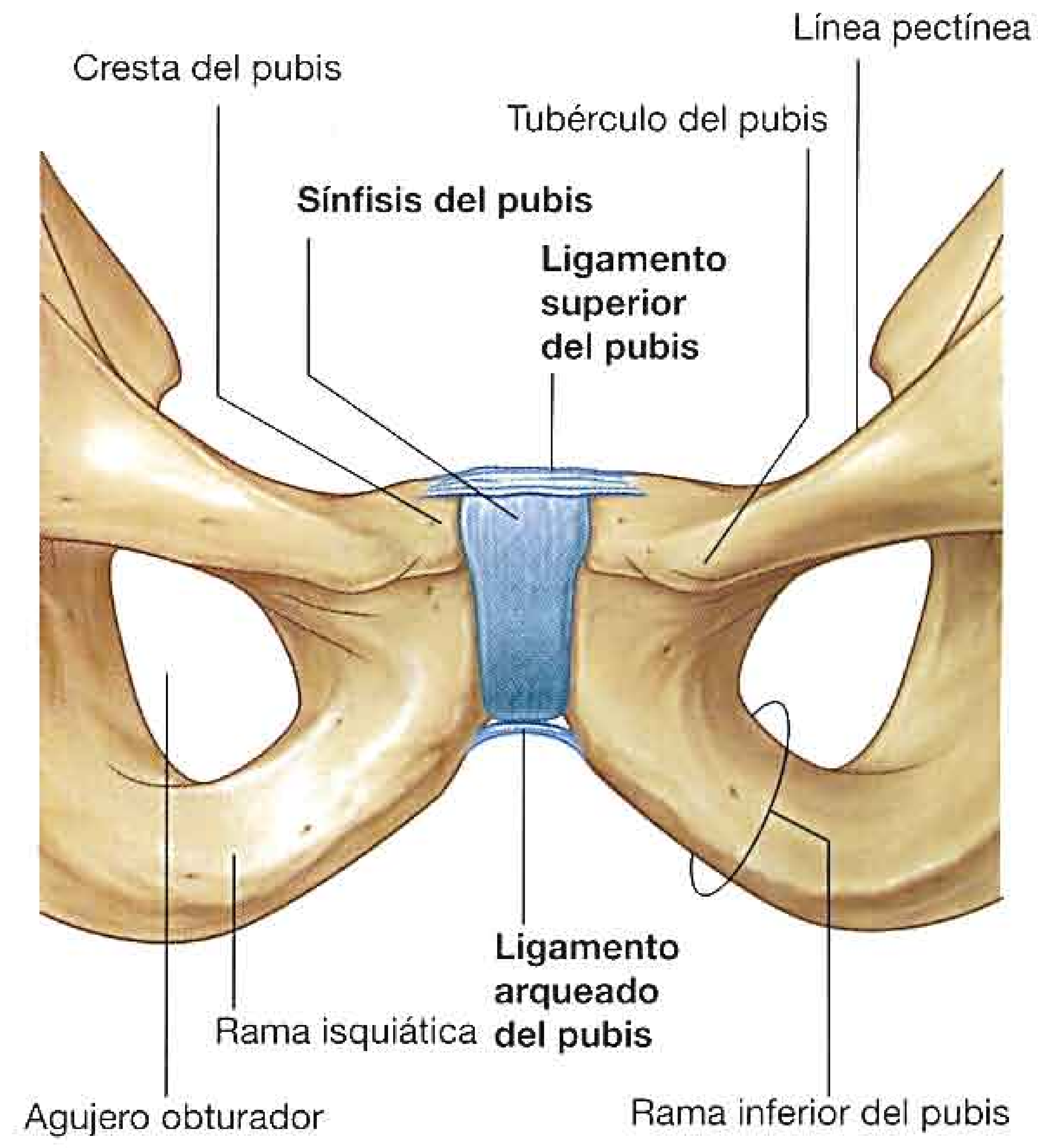


Fig. 5.25 Sínfisis del pubis y ligamentos relacionados.

Conceptos prácticos

Problemas habituales de las articulaciones sacroilíacas
Las articulaciones sacroilíacas tienen componentes tanto fibrosos como sinoviales y, como sucede con muchas otras articulaciones que soportan peso, pueden producirse cambios degenerativos que se manifiestan con dolor y molestias en la región sacroilíaca.

Además, los trastornos relacionados con el antígeno HLA B27 del complejo mayor de histocompatibilidad, como la artritis reumatoide, psoriasis y enfermedad intestinal inflamatoria, pueden producir cambios inflamatorios específicos en esas articulaciones.

- El **ligamento arqueado del pubis**, que se ubica por debajo de ella.

Orientación

En posición anatómica, la pelvis está orientada de forma que el borde delantero de la parte superior de la sínfisis del pubis y las espinas ilíacas anterosuperiores quedan en el mismo plano vertical (fig. 5.26). En consecuencia, la abertura superior, que marca la entrada a la cavidad pélvica, está inclinada para dirigirse en sentido anterior, en tanto que los cuerpos de los huesos púbicos y el arco isquiopubiano se sitúan en un plano casi horizontal, orientados hacia el suelo.

Diferencias entre ambos sexos

La pelvis de la mujer y del varón son diferentes en varios aspectos, muchos de los cuales tienen que ver con el paso del feto al salir de la cavidad pélvica de la madre durante el parto:

- La abertura superior en las mujeres tiene forma circular (fig. 5.27A), frente a la abertura superior con forma de corazón (fig. 5.27B) de los varones. La forma más circular se debe, en parte, a que el promontorio no está

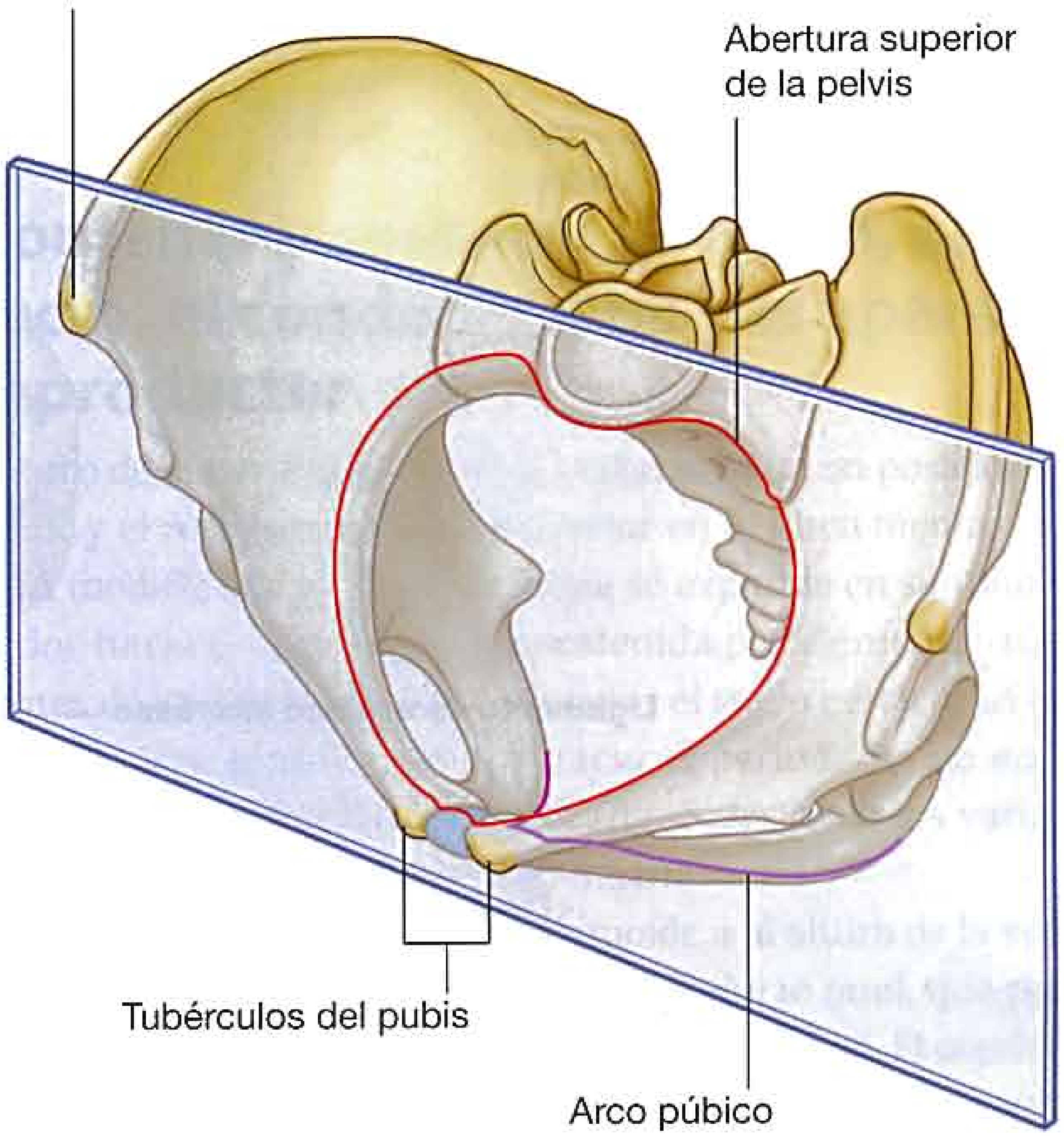


Fig. 5.26 Orientación de la pelvis (posición anatómica).

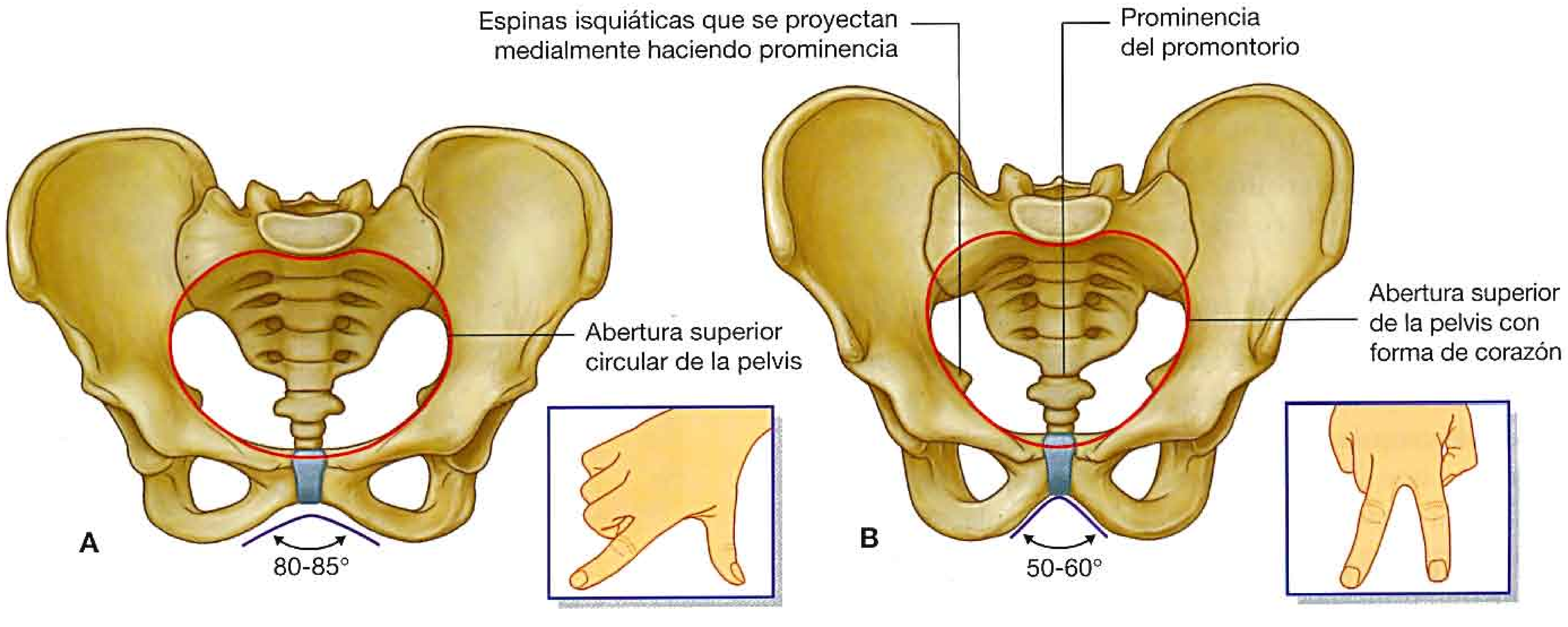


Fig. 5.27 Estructura de la pelvis ósea. **A.** Mujeres. **B.** Varones. El ángulo formado por el arco púbico puede determinarse aproximadamente por el ángulo que hay entre los dedos pulgar e índice en las mujeres, y el que hay entre los dedos índice y medio en los varones, como se ve en los recuadros.

tan diferenciado y a que las alas son más anchas en las mujeres.
- El ángulo formado por las dos ramas del arco púbico es mayor en las mujeres (80-85°) que en los varones (50-60°).
- Las espinas isquiáticas no suelen hacer tanta protrusión en sentido medial hacia la cavidad pélvica en las mujeres como lo hacen en los varones.

Pelvis verdadera

La pelvis verdadera tiene forma cilíndrica, con una entrada o abertura superior, y una salida o abertura inferior. La abertura superior no tiene techo, mientras que el suelo pélvico cierra la abertura inferior y separa la cavidad pélvica del periné, situado por debajo.

Abertura superior de la pelvis

La abertura superior es la comunicación circular que existe entre las cavidades abdominal y pélvica, a través de la cual las estructuras circulan entre el abdomen y la cavidad pélvica. Está completamente rodeada por huesos y articulaciones (fig. 5.28). El promontorio del sacro protruye hacia la abertura superior, formando su borde posterior en la línea media. Las alas del sacro establecen el borde a ambos lados del promontorio. El borde de la abertura superior cruza a continuación la articulación sacroilíaca y continúa a lo largo de la línea terminal (es decir, la línea arqueada, el pecten del pubis o línea pectínea y la cresta del pubis) hacia la sínfisis del pubis.

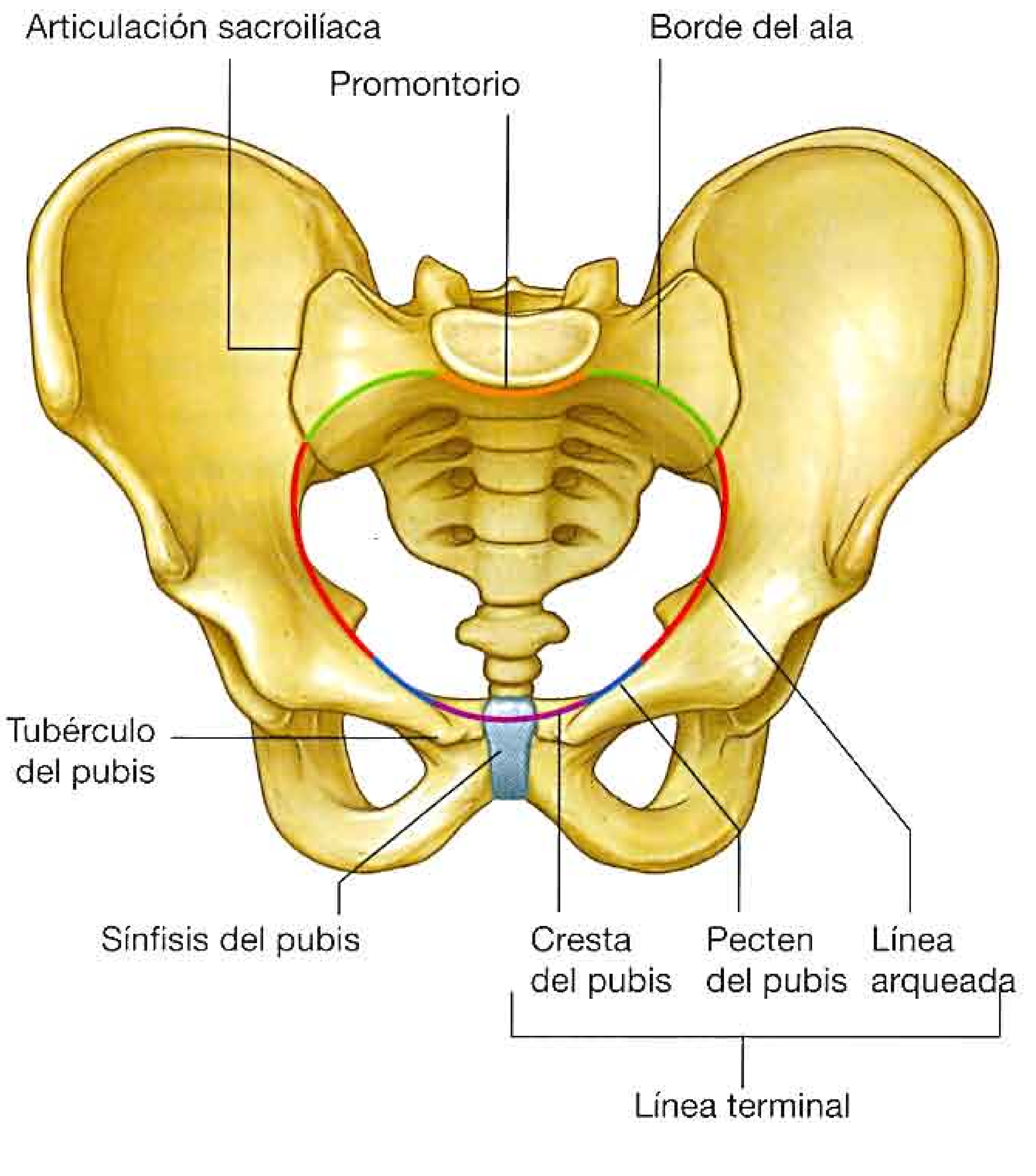


Fig. 5.28 Abertura superior de la pelvis.

Pared de la pelvis

Las paredes de la cavidad pélvica están formadas por el sacro, el cóccix, la parte del coxal por debajo de la línea terminal, dos ligamentos y dos músculos.

Ligamentos de la pared pélvica

Los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso (fig. 5.29A) son los componentes principales de las paredes laterales de la pelvis, y ayudan a definir las aberturas entre la cavidad pélvica y las regiones adyacentes a través de las cuales pasan las estructuras.

- El menor de ambos, el ligamento sacroespinoso, tiene forma triangular, con su vértice insertado en la espina isquiática y su base insertada en los bordes correspondientes del sacro y del cóccix.
- El ligamento sacrotuberoso también tiene forma triangular y es superficial al ligamento sacroespinoso. Su base tiene una inserción amplia que se extiende desde la espina ilíaca posterosuperior del hueso coxal, a lo largo de la cara dorsal y del borde lateral del sacro, y en la superficie dorsolateral del cóccix. Lateralmente, el vértice del ligamento se inserta en el borde medial de la tuberosidad isquiática.

Estos ligamentos estabilizan el sacro en los huesos pélvicos al resistir la inclinación ascendente de la cara inferior del sacro (fig. 5.29B). También convierten las escotaduras ciáticas mayor y menor del hueso coxal en agujeros (fig. 5.29A, B).

- El **agujero ciático mayor** se sitúa superior al ligamento sacroespinoso y a la espina isquiática.
- El **agujero ciático menor** se dispone inferior a la espina isquiática y al ligamento sacroespinoso, entre los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso.

Músculos de la pared de la pelvis

Dos músculos, el obturador interno y el piriforme, contribuyen a crear las paredes laterales de la cavidad pélvica. Estos músculos se originan en la cavidad pélvica, pero se insertan periféricamente en el fémur.

Obturador interno

El obturador interno es un músculo plano, con forma de abanico, que se origina en la superficie profunda de la membrana obturatriz y en las regiones adyacentes del hueso coxal que rodean el agujero obturador (fig. 5.30 y tabla 5.1).

Las fibras musculares del obturador interno convergen para formar un tendón que abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático menor. Se inclina 90° alrededor del isquion entre la espina isquiática y la tuberosidad isquiática, pasa en sentido posterior y cruza la articulación de la cadera para insertarse en el trocánter mayor del fémur.

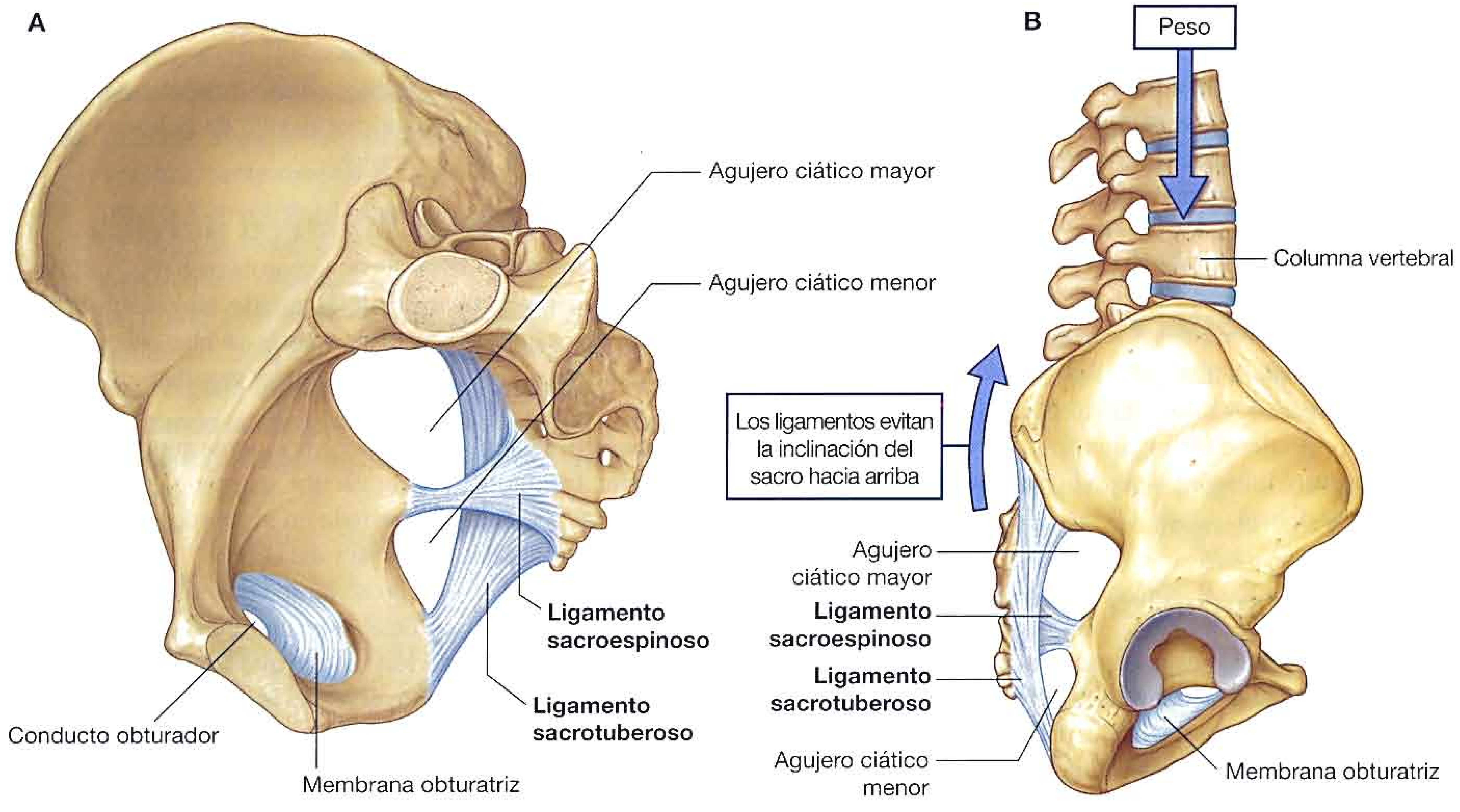


Fig. 5.29 Ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso. **A.** Vista medial del lado derecho de la pelvis. **B.** Función de los ligamentos.

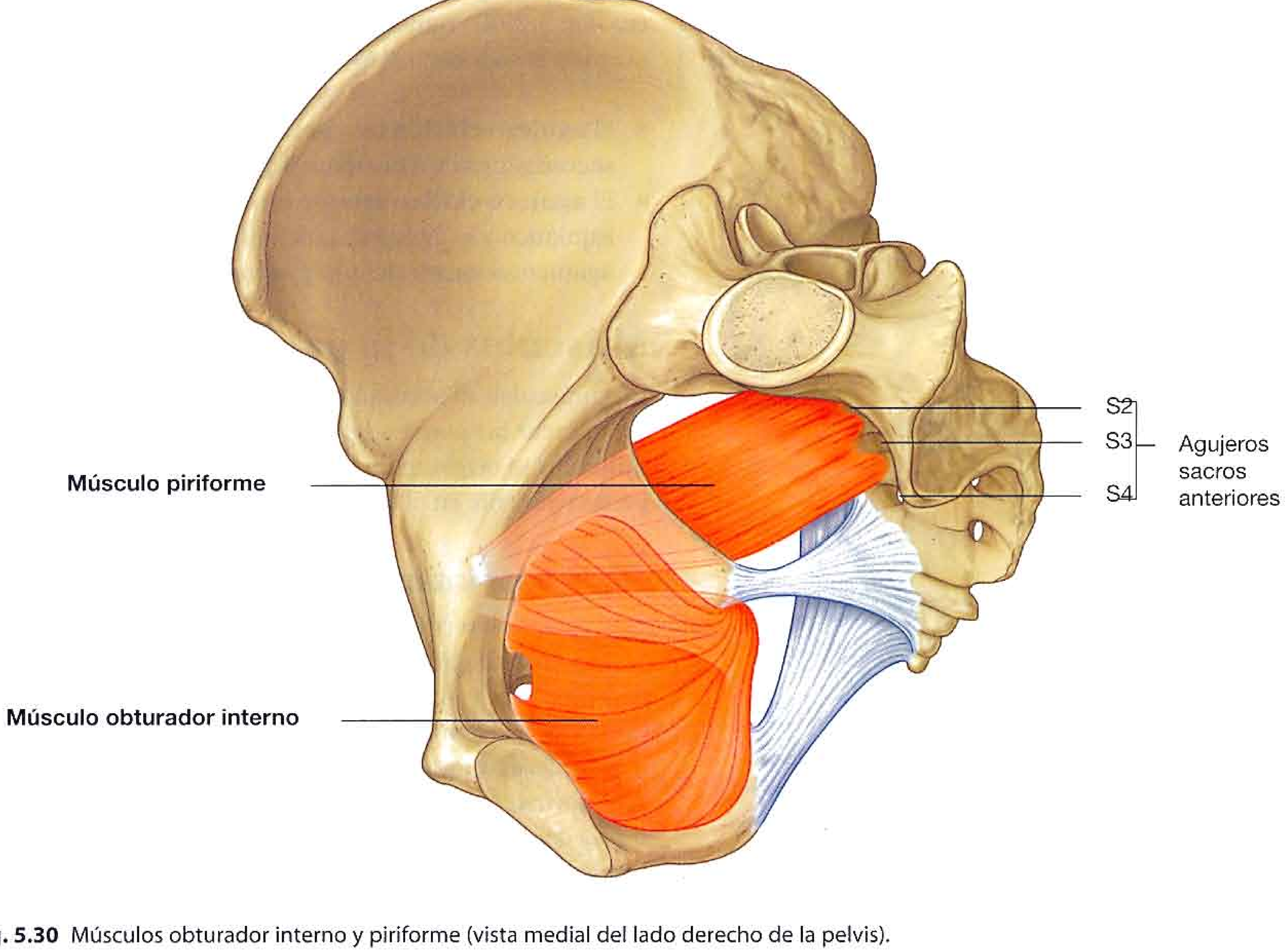


Fig. 5.30 Músculos obturador interno y piriforme (vista medial del lado derecho de la pelvis).

El obturador interno constituye una gran parte de la pared anterolateral de la cavidad pélvica.

Piriforme

El músculo piriforme tiene forma triangular y se origina en las crestas óseas que existen entre los cuatro agujeros anteriores del sacro. Pasa lateralmente a través del agujero ciático mayor, atraviesa la cara posterosuperior de la articulación de la cadera y se inserta en el trocánter mayor del fémur, por encima de la inserción del músculo obturador interno (fig. 5.30 y tabla 5.1).

El músculo piriforme forma una gran parte de la pared posterolateral de la cavidad pélvica. Además, este músculo separa el agujero ciático mayor en dos regiones, una por encima de él y otra por debajo. Los vasos y nervios que discurren entre la cavidad pélvica y la región glútea atraviesan esas dos regiones.

Aberturas de la pared pélvica

Cada pared lateral de la pelvis tiene tres aberturas mayores, a través de las que pasan varias estructuras entre la cavidad pélvica y otras regiones:

- El conducto obturador.
- El agujero ciático mayor.
- El agujero ciático menor.

Conducto obturador

En la parte superior del agujero obturador se encuentra el conducto obturador, que está bordeado por la membrana obturatriz, los músculos obturadores relacionados y la rama superior del pubis (fig. 5.31). El nervio y los vasos ob-

Tabla 5-1 Músculos de las paredes de la pelvis

Músculos de la pared pélvica	Origen	Inserción	Inervación	Función
Obturador interno	Pared anterolateral de la pelvis verdadera (superficie profunda de la membrana obturatriz y hueso circundante)	Superficie medial del trocánter mayor del fémur	Nervio del obturador interno L5, **S1**	Rotación lateral de la articulación de la cadera en extensión; abducción de la cadera en flexión
Piriforme	Superficie anterior del sacro entre los agujeros sacros anteriores	Cara medial del borde superior del trocánter mayor del fémur	Ramas de L5, **S1** y S2	Rotación lateral de la articulación de la cadera en extensión; abducción de la cadera en flexión

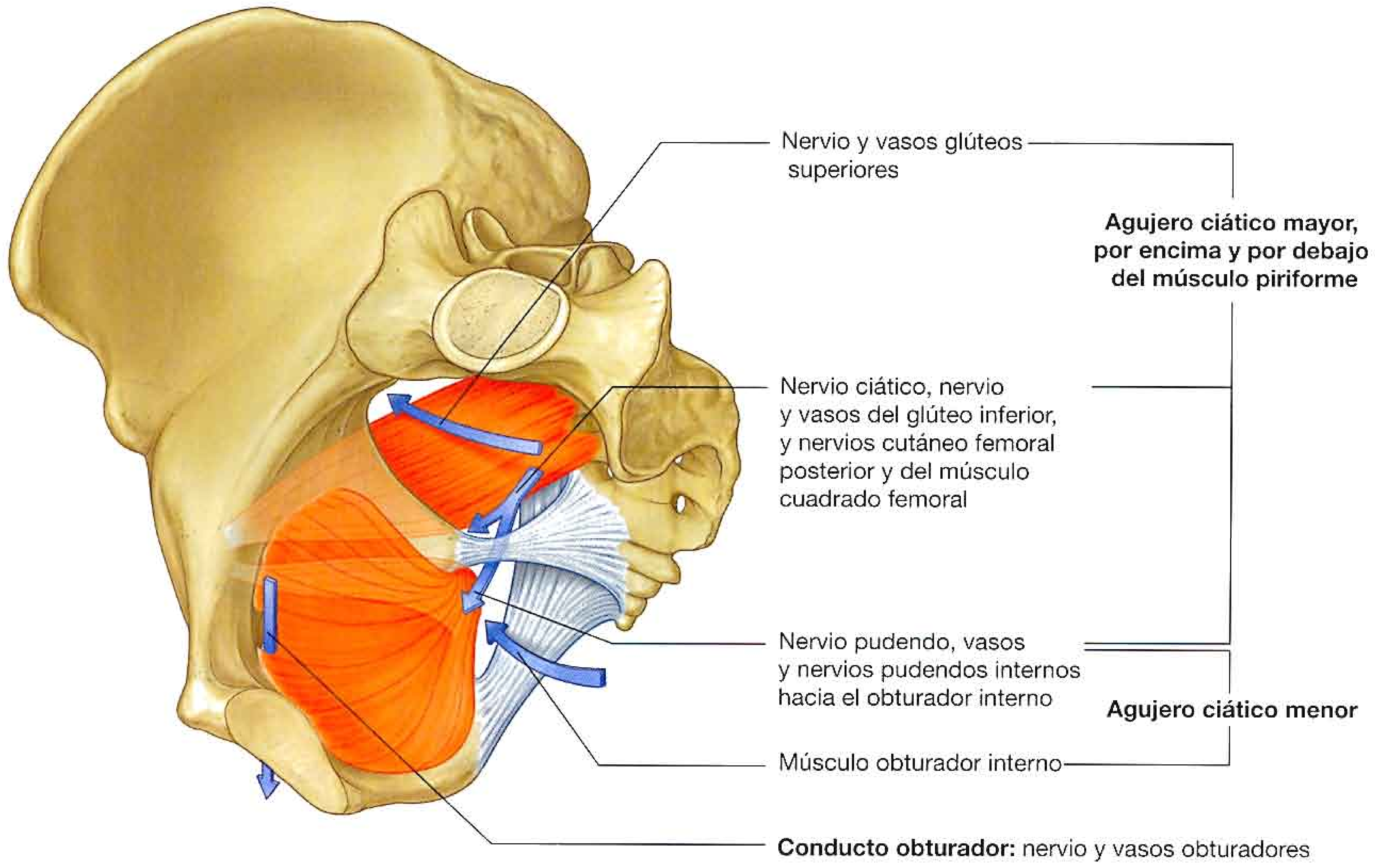


Fig. 5.31 Aberturas de la pared de la pelvis.

turadores pasan de la cavidad pélvica al muslo a través de este conducto.

Agujero ciático mayor

El agujero ciático mayor es una vía principal de comunicación entre la cavidad pélvica y la extremidad inferior (fig. 5.31). Está formado por la escotadura ciática mayor del hueso coxal, los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso, y la espina isquiática.

El músculo piriforme atraviesa el agujero ciático mayor y lo divide en dos partes:

- Los nervios y vasos glúteos superiores pasan a través del agujero por encima del músculo piriforme.
- Los vasos y nervios glúteos inferiores, los nervios ciático y pudendo, los vasos pudendos internos, los nervios cutáneos femorales posteriores y los nervios de los músculos obturador interno y cuadrado femoral atraviesan el agujero por debajo del músculo piriforme.

Agujero ciático menor

El agujero ciático menor está formado por la escotadura ciática menor del hueso coxal, la espina isquiática y los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso (fig. 5.31). El tendón del músculo obturador interno atraviesa este agujero para entrar en la región glútea de la extremidad inferior.

Como el agujero ciático menor se sitúa por debajo de la inserción del suelo pélvico, actúa como una vía de comunicación entre el periné y la región glútea. El nervio pudendo y los vasos pudendos internos pasan entre la cavidad pélvica (por encima del suelo pélvico) y el periné (por debajo del suelo pélvico). Salen primero de la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor y después hacen un bucle que rodea la espina isquiática y el ligamento sacroespinoso para atravesar el agujero ciático menor y entrar en el periné.

Abertura inferior de la pelvis

La abertura inferior tiene forma romboidal: la parte anterior del rombo está definida predominantemente por hueso y la parte posterior sobre todo por ligamentos (fig. 5.32). En la parte anterior de la línea media, el límite de la abertura inferior es la sínfisis del pubis. Extendiéndose lateralmente y en sentido posterior, los límites a cada lado son el borde inferior del cuerpo del pubis, la rama inferior del pubis, la rama del isquion y la tuberosidad isquiática. En conjunto, los elementos de ambos lados forman el arco del pubis.

Desde las tuberosidades isquiáticas, los límites continúan en sentido posterior y medialmente a lo largo del ligamento sacrotuberoso a ambos lados hacia el cóccix.

Las partes terminales de los aparatos urinario y digestivo, junto con la vagina, atraviesan la abertura inferior.

El área que queda dentro de los límites de la abertura inferior y por debajo del suelo pélvico es el **periné.**

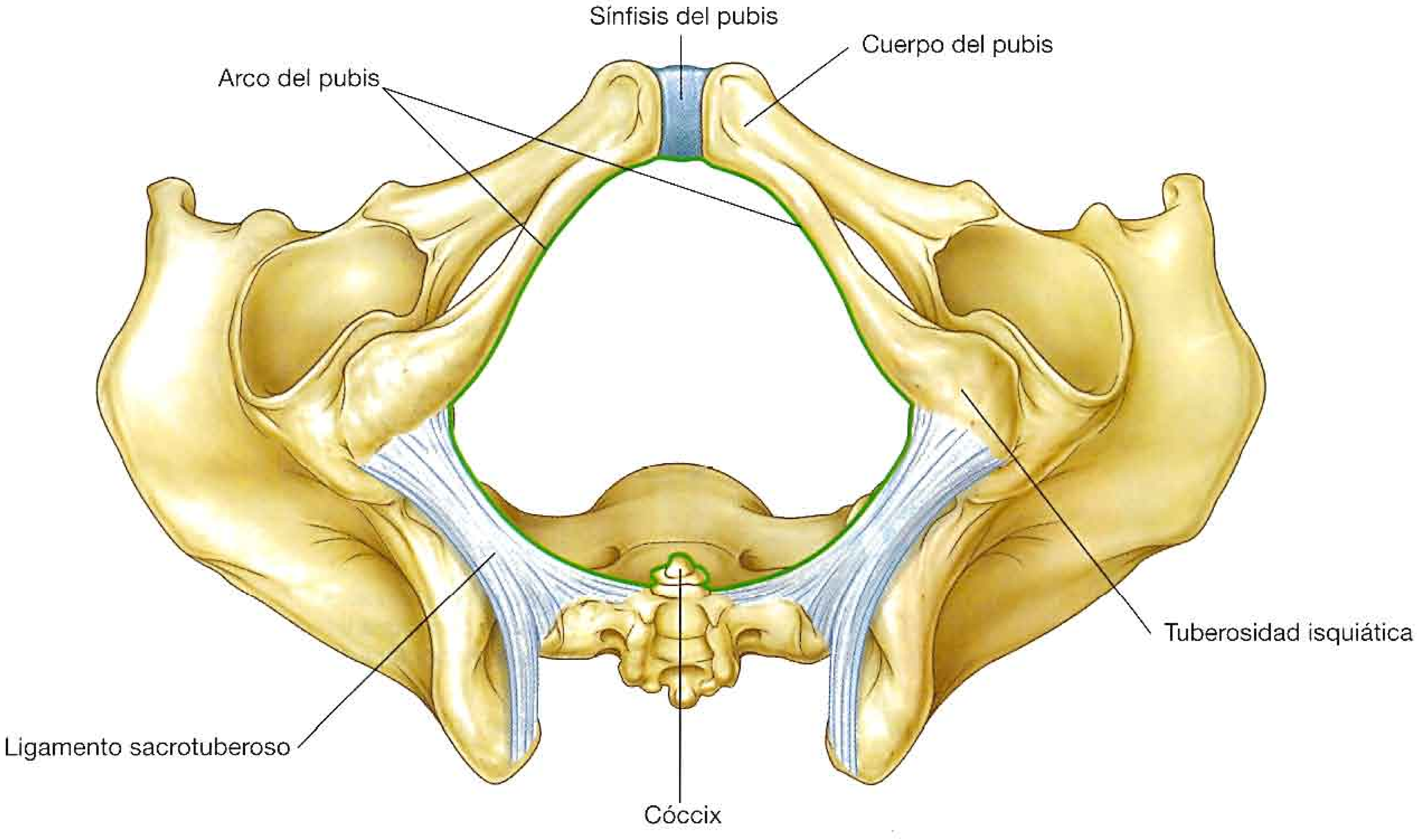


Fig. 5.32 Abertura inferior de la pelvis.

Conceptos prácticos

Mediciones de la pelvis en obstetricia

En el embarazo, cuando se piensa que el tamaño y la posición de la cabeza fetal podrían causar problemas durante el parto, la medición exacta transversal y sagital de las aberturas superior e inferior de la pelvis materna permite predecir la probabilidad del parto por vía vaginal. Estas mediciones son las siguientes:

- Diámetro sagital de la abertura superior (entre el promontorio y la parte alta de la sínfisis del pubis).
- Diámetro transverso máximo de la abertura superior.
- Diámetro biespinoso de la abertura inferior (distancia entre las espinas isquiáticas).
- Diámetro sagital de la abertura inferior (distancia entre la punta del cóccix y el borde inferior de la sínfisis del pubis).

Los valores aceptables son, respectivamente, 11, 11,5, 9 y 10 cm.

Estas mediciones se pueden obtener con radiografías simples o tomografía computarizada. Ambas técnicas emiten radiación ionizante y comportan, aunque sea en dosis bajas, un riesgo potencial para la madre y para el feto. Entre las técnicas más modernas se incluye la resonancia magnética, que no comporta riesgo de radiación materna ni fetal (fig. 5.33).

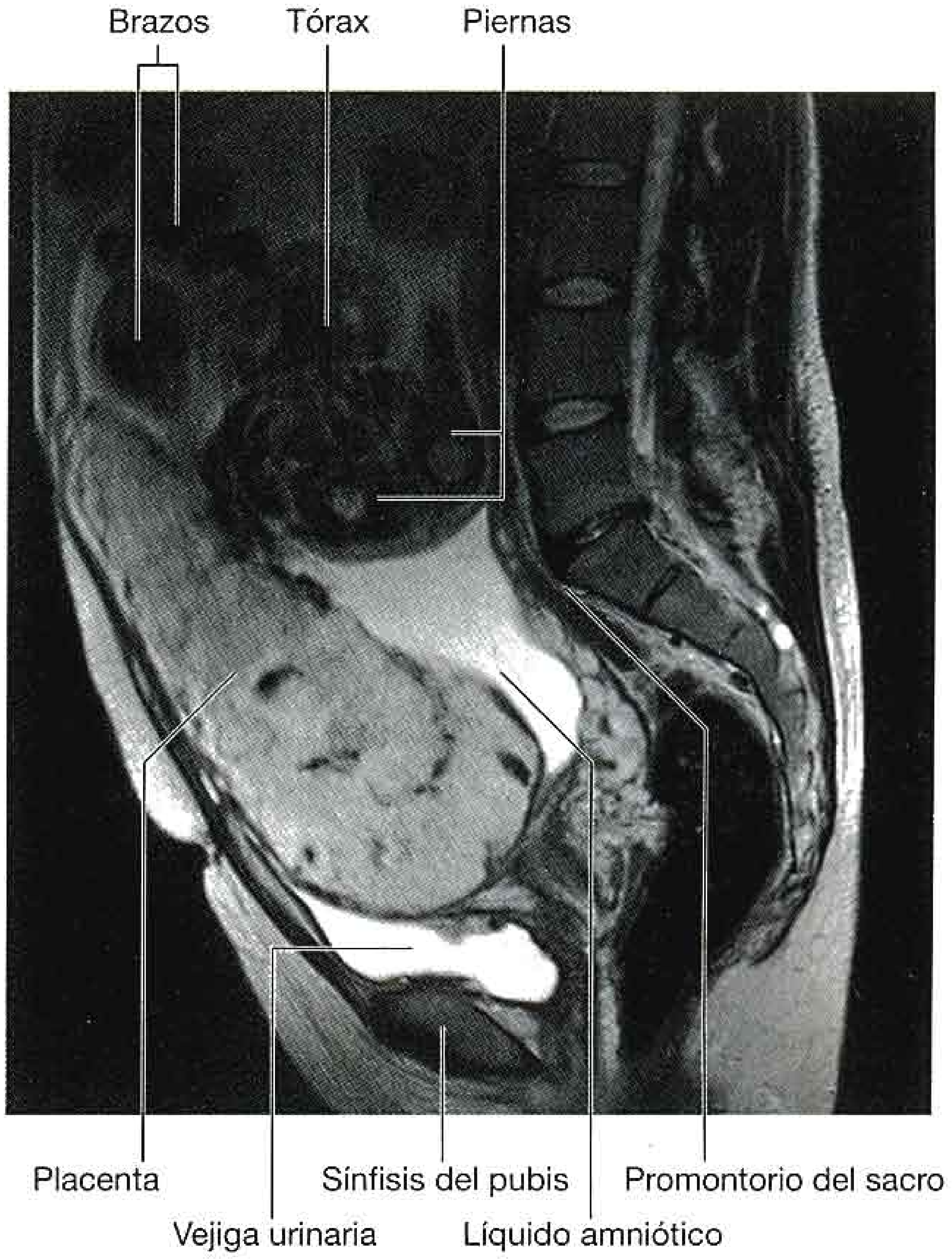


Fig. 5.33 Resonancia magnética sagital potenciada en T2 de la parte inferior del abdomen y la pelvis de una mujer embarazada.

Suelo pélvico

El suelo pélvico está formado por el diafragma pelviano y, en la parte anterior de la línea media, la membrana perineal y los músculos del espacio perineal profundo. El diafragma pelviano está constituido por los músculos elevador del ano y coccígeos de ambos lados. El suelo pélvico separa la cavidad pélvica (por encima) del periné (por debajo).

Diafragma pelviano

El diafragma pelviano es la parte muscular del suelo pélvico. Tiene forma de cuenco o embudo, se une en su borde superior a las paredes de la pelvis y está formado por los músculos elevador del ano y coccígeos (fig. 5.34 y tabla 5.2).

La línea circular de inserción del diafragma pelviano en la pared cilíndrica de la pelvis pasa, a cada lado, entre los agujeros ciáticos mayor y menor. Por tanto:

- El agujero ciático mayor está situado por encima del nivel del suelo pélvico y es una vía de comunicación entre la cavidad pélvica y la región glútea de la extremidad inferior.
- El agujero ciático menor se ubica por debajo del suelo pélvico y proporciona una vía de comunicación entre la región glútea de la extremidad inferior y el periné.

Elevador del ano

Los dos músculos elevadores del ano se originan a cada lado de la pared de la pelvis, discurren en sentido medial e inferior, y se juntan en la línea media. La inserción en la pared de la pelvis sigue el contorno circular de la pared e incluye:

- La cara posterior del cuerpo del hueso pubis.
- Un engrosamiento lineal conocido como **arco tendinoso**, en la fascia que cubre el músculo obturador interno.
- La espina isquiática.

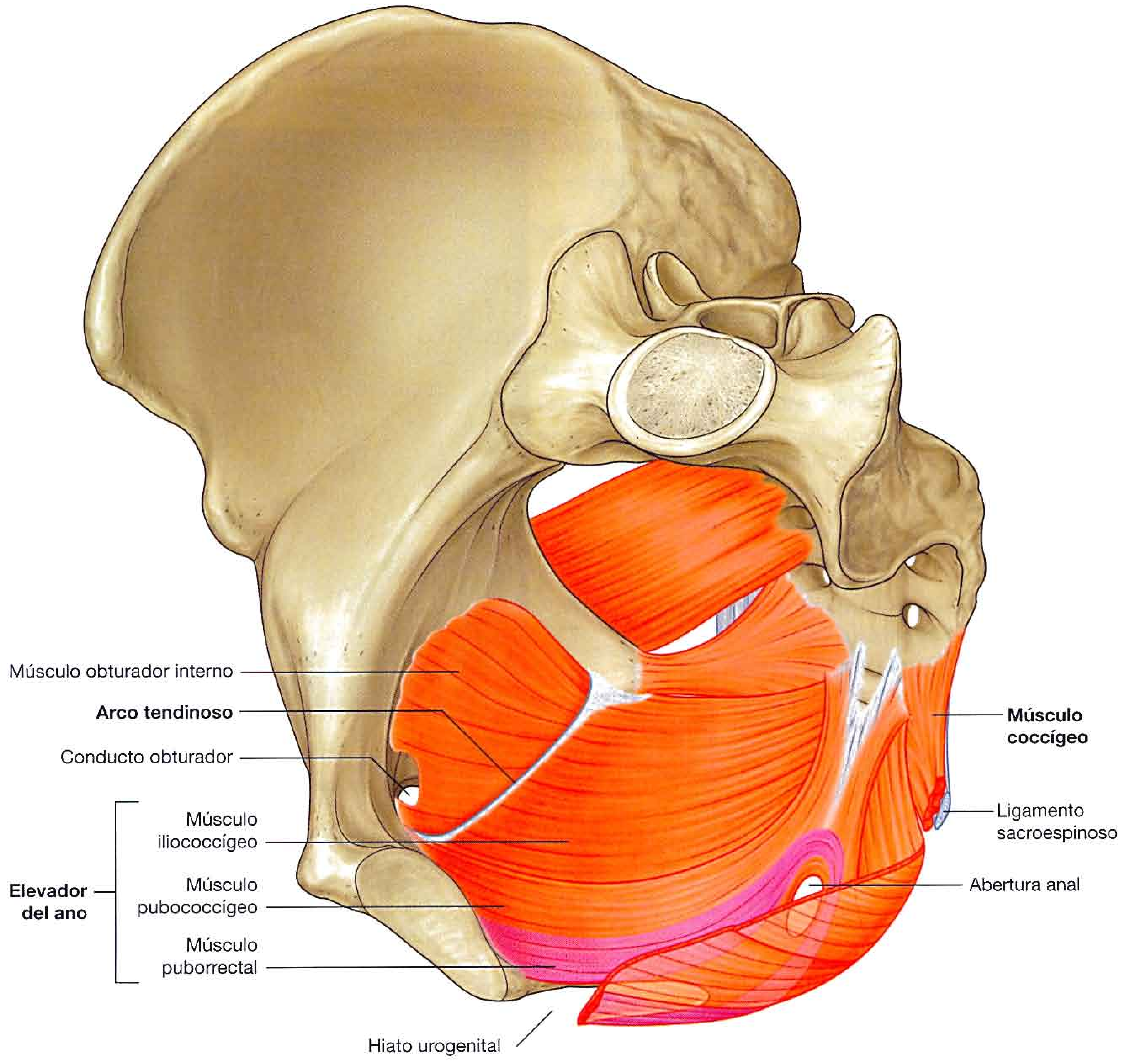


Fig. 5.34 Diafragma pelviano.

Tabla 5-2 Músculos del diafragma pelviano

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Elevador del ano	En una línea que rodea la pared pélvica comenzando en la cara posterior del hueso púbico y que se extiende a través del músculo obturador interno como un arco tendinoso (engrosamiento de la fascia del obturador interno) hacia la espina isquiática	La parte anterior se inserta en la cara superior de la membrana perineal. La parte posterior se encuentra con su homólogo contralateral en el centro tendinoso del periné, alrededor del conducto anal, y a lo largo del ligamento anococcígeo	Ramas directas del ramo anterior de S4 y del ramo rectal inferior del nervio pudendo (S2 a S4)	Contribuye a la formación del suelo pélvico, que sostiene las vísceras pélvicas. Mantiene un ángulo entre el recto y el conducto anal. Refuerza el esfínter externo del ano y, en las mujeres, actúa como esfínter vaginal
Coccígeo	Espina isquiática y superficie pélvica del ligamento sacroespinoso	Borde lateral del cóccix y borde correspondiente del sacro	Ramas de los ramos anteriores de S3 y S4	Contribuye a la formación del suelo pélvico, que sostiene las vísceras pélvicas. Tira del cóccix hacia delante después de defecar

En la línea media, los músculos se entrelazan por detrás de la vagina en las mujeres y alrededor del orificio anal en ambos sexos. Por detrás del orificio anal, los músculos se juntan en forma de un ligamento o rafe denominado **ligamento anococcígeo (cuerpo anococcígeo),** que se inserta en el cóccix. En la parte anterior, los músculos se separan por un defecto o espacio en forma de U llamado **hiato urogenital.** Los bordes de este hiato se fusionan con las paredes de las vísceras relacionadas y con los músculos del espacio perineal profundo que queda por debajo. Este hiato permite que la uretra (tanto en varones como en mujeres) y la vagina (en las mujeres) atraviese el diafragma pelviano (fig. 5.34).

Los músculos elevadores del ano se dividen al menos en tres agrupaciones de fibras musculares, según el lugar de origen y su relación con las vísceras en la línea media: son los músculos pubococcígeos, puborrectal e iliococcígeos:

- El **pubococcígeo** se origina en el cuerpo del pubis, discurre en sentido posterior para insertarse en la línea media y llega por detrás hasta el cóccix. Esta parte del músculo se subdivide aún más, según su relación con estructuras de la línea media en los **músculos puboprostático (elevador de la próstata), pubovaginal** y **puboanal.**
- Un segundo grupo de fibras musculares, la porción **puborrectal** de los músculos elevadores del ano, se origina, junto con el músculo pubococcígeo, en el pubis, y pasa en sentido inferior a cada lado para formar un suspensorio que rodea la parte terminal del aparato digestivo. Este suspensorio muscular mantiene un ángulo o flexura denominado **flexura perineal,** en la unión anorrectal. Este ángulo funciona como parte del mecanismo que mantiene cerrado el extremo del aparato digestivo.
- La porción final del músculo elevador del ano es el **músculo iliococcígeo.** Esta parte se origina en la fascia que cubre el músculo obturador interno. Se une al mismo músculo del lado contrario en la línea media para formar un ligamento o rafe que se extiende del orificio anal al cóccix.

Los músculos elevadores del ano ayudan a sostener las vísceras pélvicas y mantienen el cierre del recto y la vagina. Están inervados directamente por ramos procedentes del ramo anterior de S4 y por ramos del nervio pudendo (S2 a S4).

Coccígeo

Los dos músculos coccígeos, uno a cada lado, tienen forma triangular y descansan sobre los ligamentos sacroespinosos; en conjunto, completan la parte posterior del diafragma pelviano (fig. 5.34 y tabla 5.2). Sus vértices se insertan en las puntas de las espinas isquiáticas y sus bases en los bordes laterales del cóccix y los bordes adyacentes del sacro.

Conceptos prácticos

Defecación

Al comienzo de la defecación aumenta la presión intraabdominal mediante la contracción de los músculos cuadrado lumbar, recto del abdomen, oblicuos externo e interno y transverso del abdomen transversos. El diafragma se estabiliza mediante el cierre de la laringe.

El músculo puborrectal que rodea la unión anorrectal se relaja para permitir el enderezamiento del ángulo anorrectal (el suspensorio puborrectal suele producir un ángulo de unos 90° entre el recto y el conducto anal, de forma que queda cerrado). El ángulo anorrectal actúa por lo general como una válvula de manguito para impedir la defecación, durante la cual el ángulo anorrectal aumenta hasta alrededor de 130-140°; en consecuencia, el conducto anal se endereza y se pueden evacuar las heces.

Además, el esfínter externo del ano se relaja y, al hacerlo, se acorta el conducto anal. Cuando se contrae, el esfínter externo del ano acentúa la acción del músculo puborrectal al tirar de la unión anorrectal hacia delante para aumentar aún más el ángulo anorrectal.

El tejido graso de la fosa isquioanal permite los cambios de posición y tamaño del conducto anal y del ano durante la defecación. Durante la evacuación, la unión anorrectal se desplaza hacia abajo y hacia atrás, y por lo general el suelo pélvico desciende ligeramente.

El esfínter interno del ano, que habitualmente cierra las porciones superior y media del conducto anal, se relaja para permitir el paso de las heces.

Los músculos circulares del recto estimulan una onda de contracción para empujar las heces hacia el ano.

A medida que las heces aparecen en el ano, las fibras musculares longitudinales del recto y del elevador del ano levantan el conducto anal, se expulsan las heces, y el ano y el recto vuelven a sus posiciones normales.

Estos músculos están inervados por ramos procedentes de los ramos anteriores de S4 y S5 y participan en el sostenimiento de la cara posterior del suelo pélvico.

Membrana perineal y espacio perineal profundo

La **membrana perineal** es una gruesa estructura fascial de forma triangular que se inserta en el marco óseo del arco púbico (fig. 5.35A). Se orienta en el plano horizontal y tiene un borde posterior libre. En su parte anterior queda un pequeño espacio entre la membrana y el **ligamento arqueado del pubis** (un ligamento relacionado con la sínfisis del pubis).

La membrana perineal se relaciona por encima con un espacio delgado denominado **espacio perineal profundo (receso perineal profundo)** (fig. 5.35B), que contiene una capa de músculo esquelético y varios elementos neurovasculares.

El espacio perineal profundo está abierto por encima sin estar separado de otras estructuras más superiores por una capa de fascia diferenciada. Las partes de la membrana perineal y las estructuras del espacio perineal profundo, encerradas por encima a través del hiato urogenital, contribuyen de este modo a formar el suelo pélvico y sostienen los elementos del aparato urogenital en la cavidad pélvica, aunque la membrana perineal y el espacio perineal profundo se suelen considerar componentes del periné.

La membrana perineal y el arco púbico adyacente permiten la inserción de las raíces de los genitales externos y de los músculos relacionados con ellos (fig. 5.35C).

La uretra penetra en sentido vertical a través de un hiato circular en la membrana perineal a medida que atraviesa la cavidad pélvica, por encima, hacia el periné, por debajo. En las mujeres, la vagina también atraviesa un hiato de la membrana perineal inmediatamente por detrás del hiato uretral.

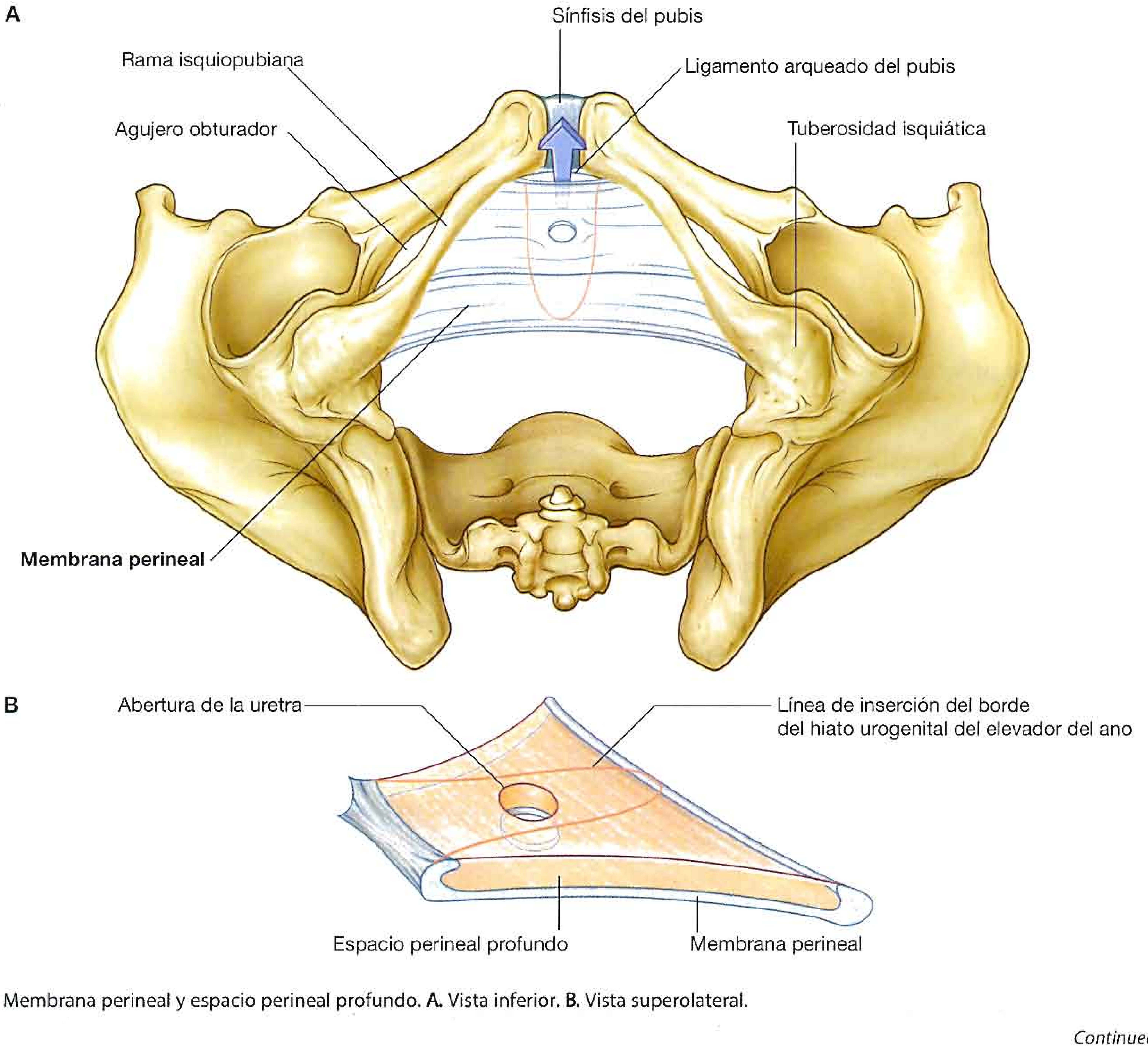


Fig. 5.35 Membrana perineal y espacio perineal profundo. **A.** Vista inferior. **B.** Vista superolateral.

Continued

C

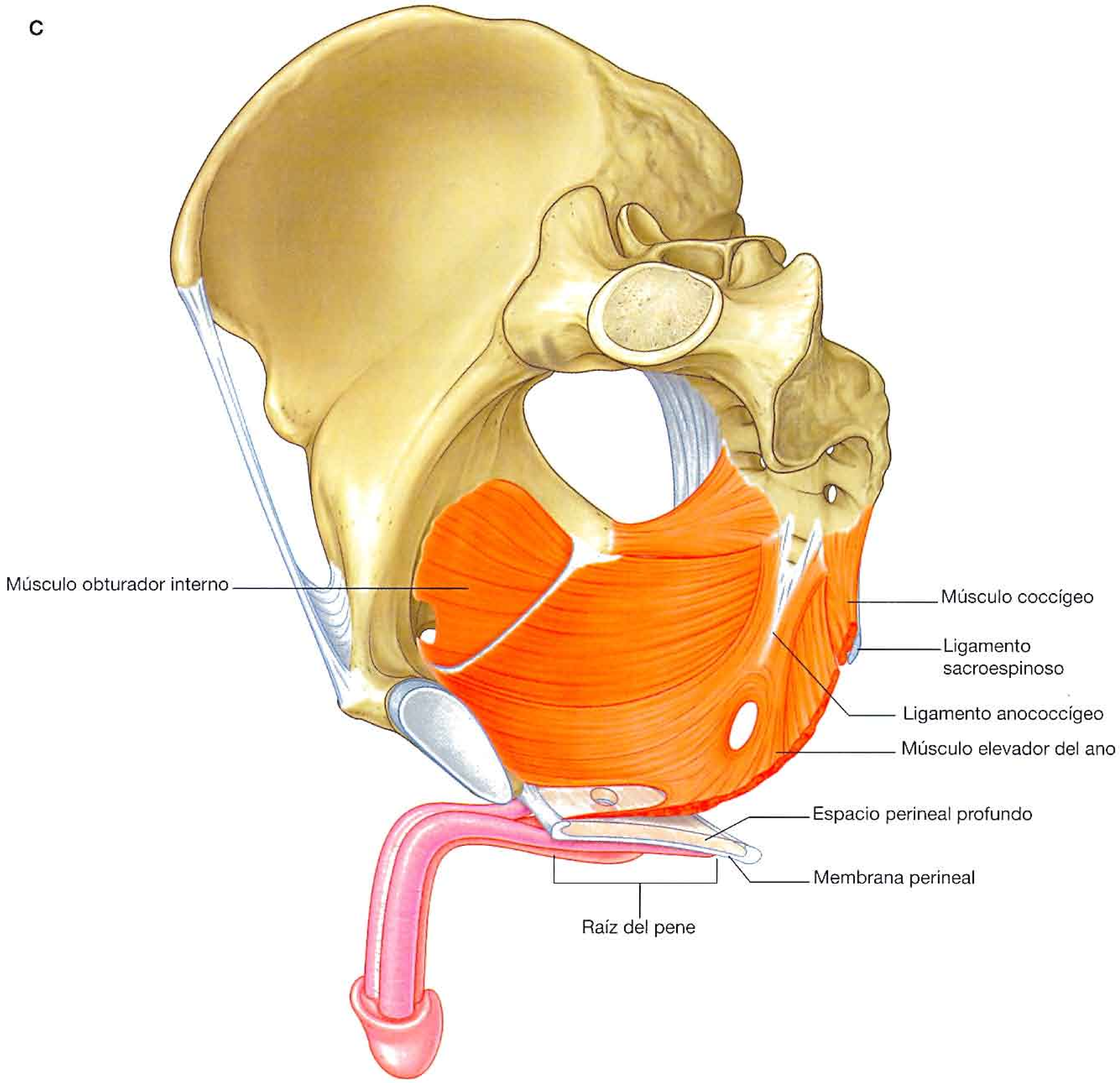


Fig. 5.35 ***(cont.)*** Membrana perineal y espacio perineal profundo. **C.** Vista medial.

Dentro del espacio perineal profundo, una lámina de músculo esquelético funciona como un esfínter, principalmente para la uretra, y como estabilizador del borde posterior de la membrana (fig. 5.36 y tabla 5.3):

- En la parte anterior, un grupo de fibras musculares rodea la uretra y colectivamente forma el **esfínter externo de la uretra.**
- Otros dos grupos adicionales de fibras musculares se relacionan con la uretra y la vagina en las mujeres. Uno de ellos forma el **esfínter uretrovaginal**, que rodea la uretra y la vagina juntas. El segundo constituye el **compresor de la uretra** a cada lado, que se origina en las ramas isquiopubianas y se une por delante de la uretra. Junto con el esfínter externo de la uretra, el esfínter uretrovaginal y el compresor de la uretra facilitan el cierre de la uretra.
- Tanto en varones como en mujeres, un **músculo transverso profundo del periné** discurre a cada lado, en paralelo al borde libre de la membrana perineal y se une con su homólogo en la línea media. Se cree que estos músculos estabilizan la posición del centro tendinoso del periné, que es una estructura de la línea media situada a lo largo del borde posterior de la membrana perineal.

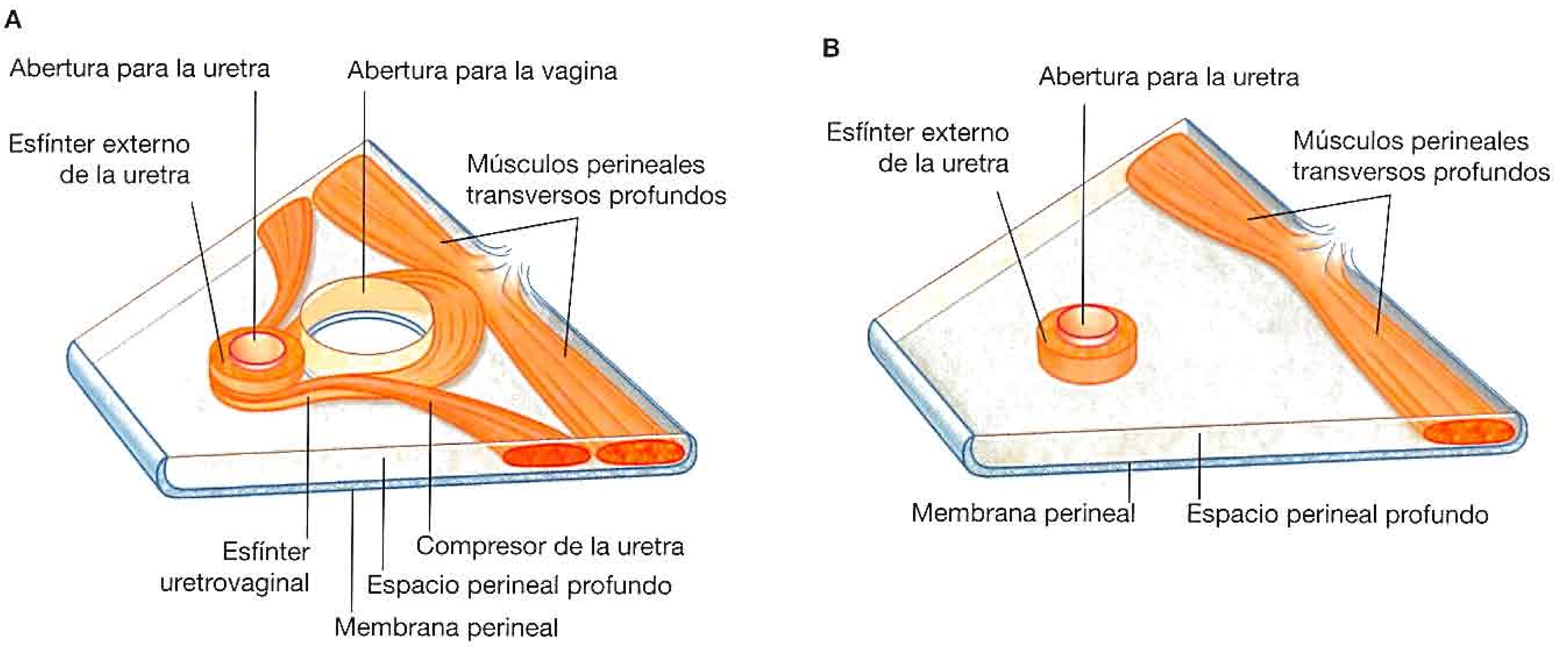


Fig. 5.36 Músculos del espacio perineal profundo. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

Tabla 5-3 Músculos del espacio perineal profundo

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Esfínter externo de la uretra	De la rama inferior del pubis a cada lado y de las paredes adyacentes del espacio perineal profundo	Rodea la uretra membranosa	Ramos perineales del nervio pudendo (S2 a S4)	Comprime la uretra membranosa. Se relaja durante la micción
Transverso profundo del periné	Cara medial de la rama isquiática	Centro tendinoso del periné	Ramos perineales del nervio pudendo (S2 a S4)	Estabiliza la posición del centro tendinoso del periné
Compresor de la uretra (sólo en mujeres)	Rama isquiopubiana a cada lado	Se une a su homólogo del lado contrario por delante de la uretra	Ramos perineales del nervio pudendo (S2 a S4)	Funciona como esfínter accesorio de la uretra
Esfínter uretrovaginal	Centro tendinoso del periné	Se dirige hacia delante, lateral a la vagina, para unirse a su homólogo contralateral por delante de la uretra	Ramos perineales del nervio pudendo (S2 a S4)	Funciona como esfínter accesorio de la uretra (también facilita el cierre de la vagina)

Centro tendinoso del periné

El centro tendinoso del periné es una estructura de tejido conjuntivo mal definida, pero esencial, en la cual se insertan los músculos del suelo pélvico y el periné (fig. 5.37). Está situado en la línea media a lo largo del borde posterior de la membrana perineal, en la cual se inserta. El extremo posterior del hiato urogenital en los músculos elevadores del ano también se conecta a él.

Los músculos perineales transversos profundos se cruzan en el centro tendinoso del periné; en las mujeres, el esfínter uretrovaginal también se inserta en esta estructura. Otros músculos que se insertan en el centro tendinoso del periné son el esfínter externo del ano, los músculos perineales transversos superficiales y los músculos bulboesponjosos del periné.

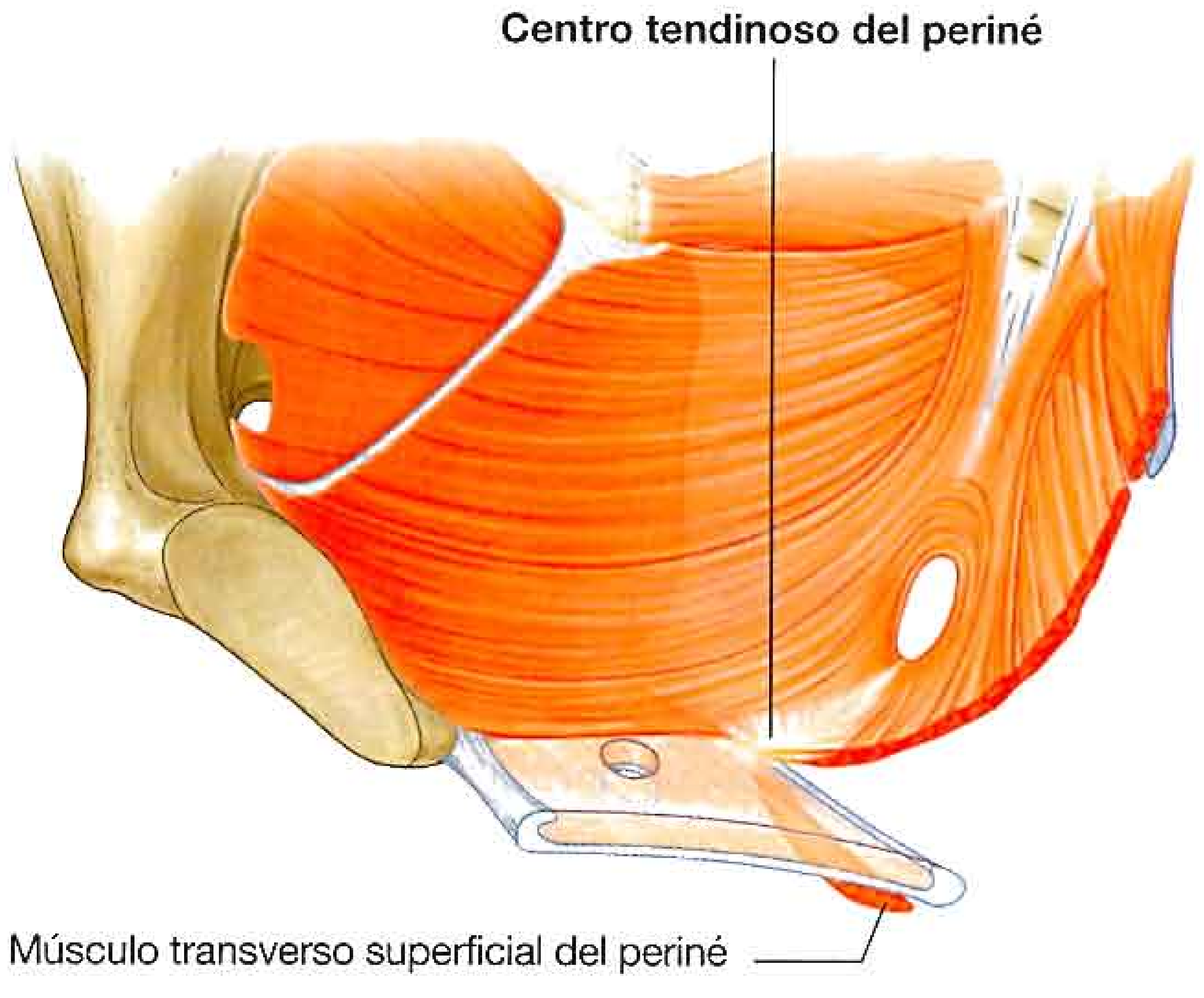


Fig. 5.37 Centro tendinoso del periné.

Conceptos prácticos

Episiotomía

Durante el parto, el centro tendinoso del periné puede estirarse y rasgarse.

Si durante el parto es probable que se produzca un desgarro perineal (incluido el desgarro del centro tendinoso del periné), el obstetra puede practicar una incisión a través de la piel y del centro tendinoso del periné para permitir que la cabeza del feto atraviese la vagina. Este procedimiento se denomina episiotomía. El beneficio de este tipo de incisión limpia es que resulta más fácil de suturar que un desgarro irregular complejo.

En ocasiones se realiza una episiotomía posterolateral que evita el centro tendinoso del periné, mientras que la episiotomía media (en la línea media) corta dicha estructura.

Vísceras

Las vísceras pélvicas comprenden parte de los aparatos digestivo, urinario y reproductor. Se distribuyen alrededor de la línea media, de adelante hacia atrás; el aporte neurovascular proviene de ramas que se dirigen en sentido medial desde los vasos y nervios relacionados con las paredes de la pelvis.

Aparato digestivo

Las partes pélvicas del aparato digestivo son principalmente el recto y el conducto anal, aunque la parte terminal del colon sigmoide también se encuentra en la cavidad pélvica (fig. 5.38).

Recto

El **recto** es una estructura que se continúa:

- Por encima, con el colon sigmoide aproximadamente a la altura de la vértebra S3.
- Por debajo, con el conducto anal, ya que esta estructura penetra en el suelo pélvico y atraviesa el periné para terminar en el ano.

El recto es el elemento más posterior de las vísceras pélvicas y se sitúa inmediatamente anterior al contorno cóncavo del sacro, cuyo perfil recorre.

La unión anorrectal es traccionada hacia arriba (flexura perineal) por acción de la porción puborrectal del músculo elevador del ano, de forma que el conducto anal se desplaza en sentido posterior cuando desciende a través del suelo pélvico.

Además de adaptarse a la curvatura general del sacro en el plano anteroposterior, el recto tiene tres curvaturas laterales: las curvaturas superior e inferior hacia la derecha y la curvatura media hacia la izquierda. La parte inferior del recto se expande para formar la **ampolla rectal.** Por último, y a diferencia del colon, el recto carece de tenias, apéndices epiploicos y saculaciones (haustros del colon).

Conducto anal

El **conducto anal** comienza en el extremo terminal de la ampolla rectal, cuando se estrecha en el suelo pélvico. Termina como el ano después de atravesar el periné. Cuando atraviesa el suelo pélvico, el conducto anal está rodeado en toda su longitud por los esfínteres anales interno y externo, que normalmente lo mantienen cerrado.

El recubrimiento del conducto anal tiene varias características estructurales propias que reflejan la posición aproximada de la membrana anococcígea en el feto (que cierra el extremo terminal del aparato digestivo fetal en desarrollo) y la transición de la mucosa digestiva a la piel en el adulto (fig. 5.38B):

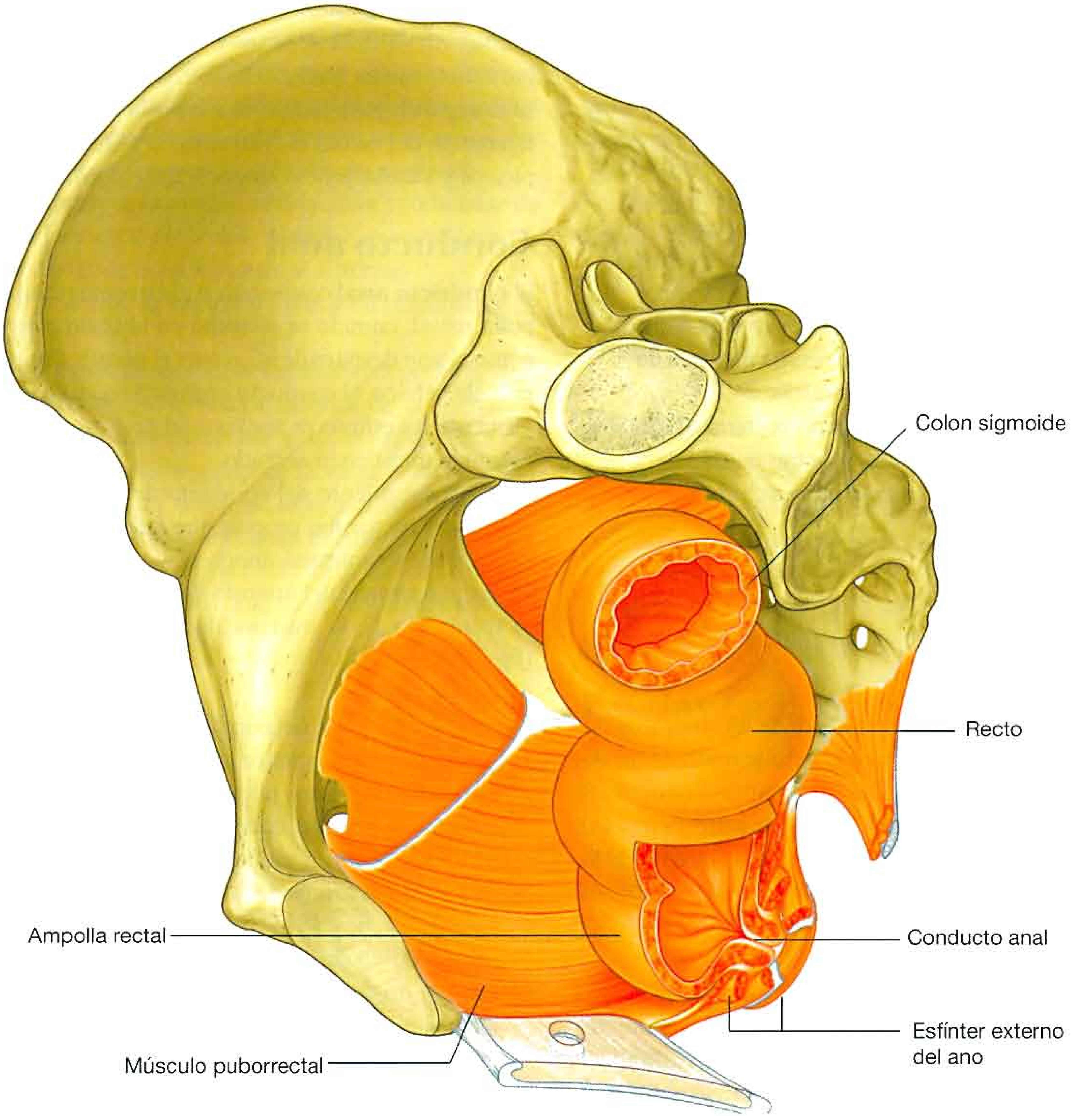
- La parte superior del conducto anal está recubierta por una mucosa similar a la que cubre el recto y se distingue por varios pliegues orientados longitudinalmente, conocidos como **columnas anales,** que están unidas en su porción inferior por pliegues en medialuna, llamados **válvulas anales.** Por encima de cada válvula hay una depresión que se conoce como **seno anal.** Las válvulas anales juntas forman un círculo que rodea el conducto anal en una localización denominada **línea pectinada,** que marca la posición aproximada de la membrana anococcígea.
- Por debajo de la línea pectinada hay una zona de transición, conocida como **pecten anal,** que está recubierta por epitelio escamoso estratificado no queratinizado. El pecten anal termina en su parte inferior en la **línea anocutánea** («línea blanca»), o donde el recubrimiento del conducto anal se convierte en piel verdadera.

Aparato urinario

Los componentes del aparato urinario que se encuentran en la pelvis son las porciones terminales de los uréteres, la vejiga y la porción proximal de la uretra (fig. 5.39).

Uréteres

Los uréteres entran en la cavidad pélvica desde el abdomen atravesando la abertura superior de la pelvis. A cada lado, el uréter atraviesa la abertura superior y entra en la cavidad pélvica en la zona anterior a la bifurcación de la arteria ilía-



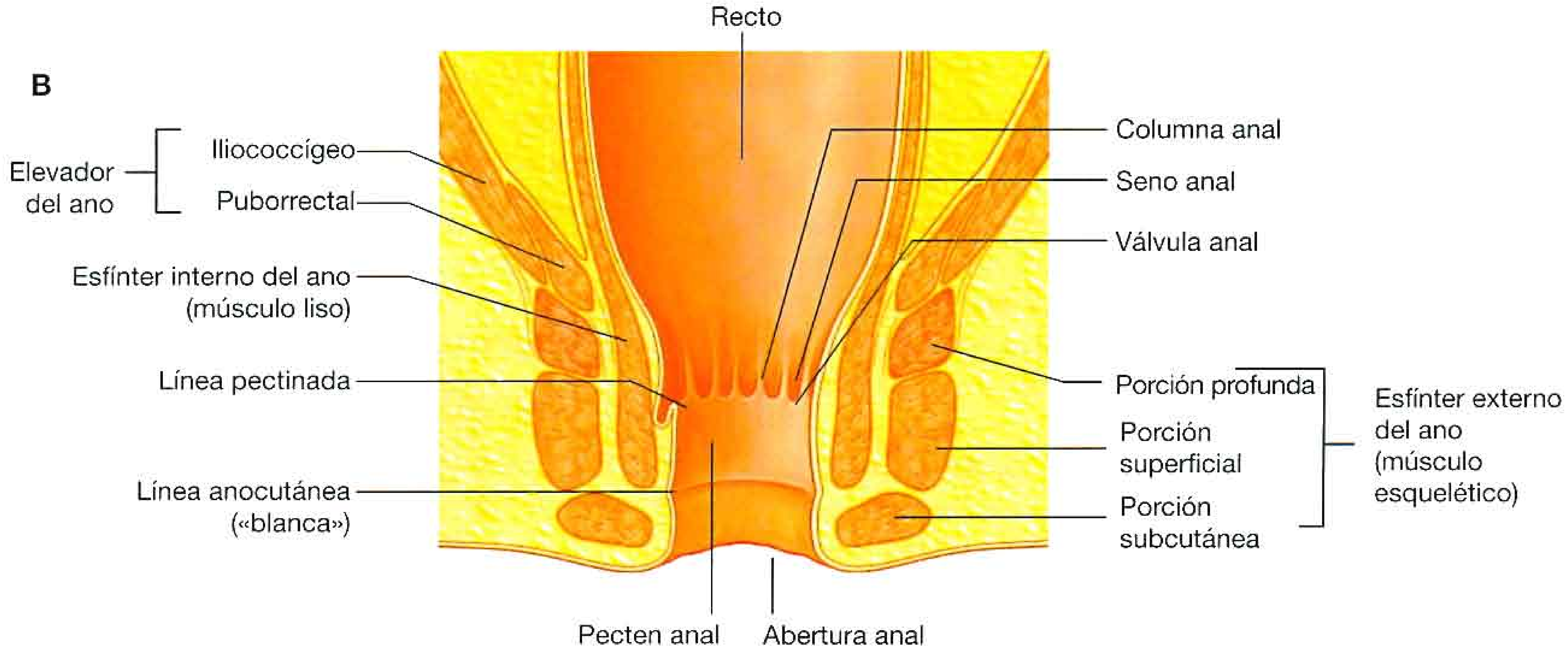


Fig. 5.38 Recto y conducto anal. **A.** Se ha quitado el hueso coxal izquierdo. **B.** Corte longitudinal.

Conceptos clínicos

Carcinoma de colon y recto

El carcinoma de colon y recto (colorrectal) es una enfermedad frecuente y mortal. Los últimos avances producidos en cirugía, radioterapia y quimioterapia sólo han conseguido mejorar levemente las tasas de supervivencia a 5 años.

El comportamiento biológico de los tumores de colon y recto es relativamente predecible. La mayoría de los tumores se desarrollan a partir de pólipos benignos, algunos de los cuales sufren una degeneración maligna. El pronóstico global depende de:

- El grado de penetración del tumor a través de la pared intestinal.
- La presencia o ausencia de diseminación linfática.
- La presencia o ausencia de metástasis sistémicas.

Dada la posición del colon y del recto en la cavidad abdominopélvica y su proximidad a otros órganos, es fundamental estadiar exactamente los tumores colorrectales: un tumor en la pelvis, por ejemplo, podría invadir el útero o la vejiga. La evaluación de la posible diseminación implica el uso de ecografías, tomografía computarizada y resonancia magnética.

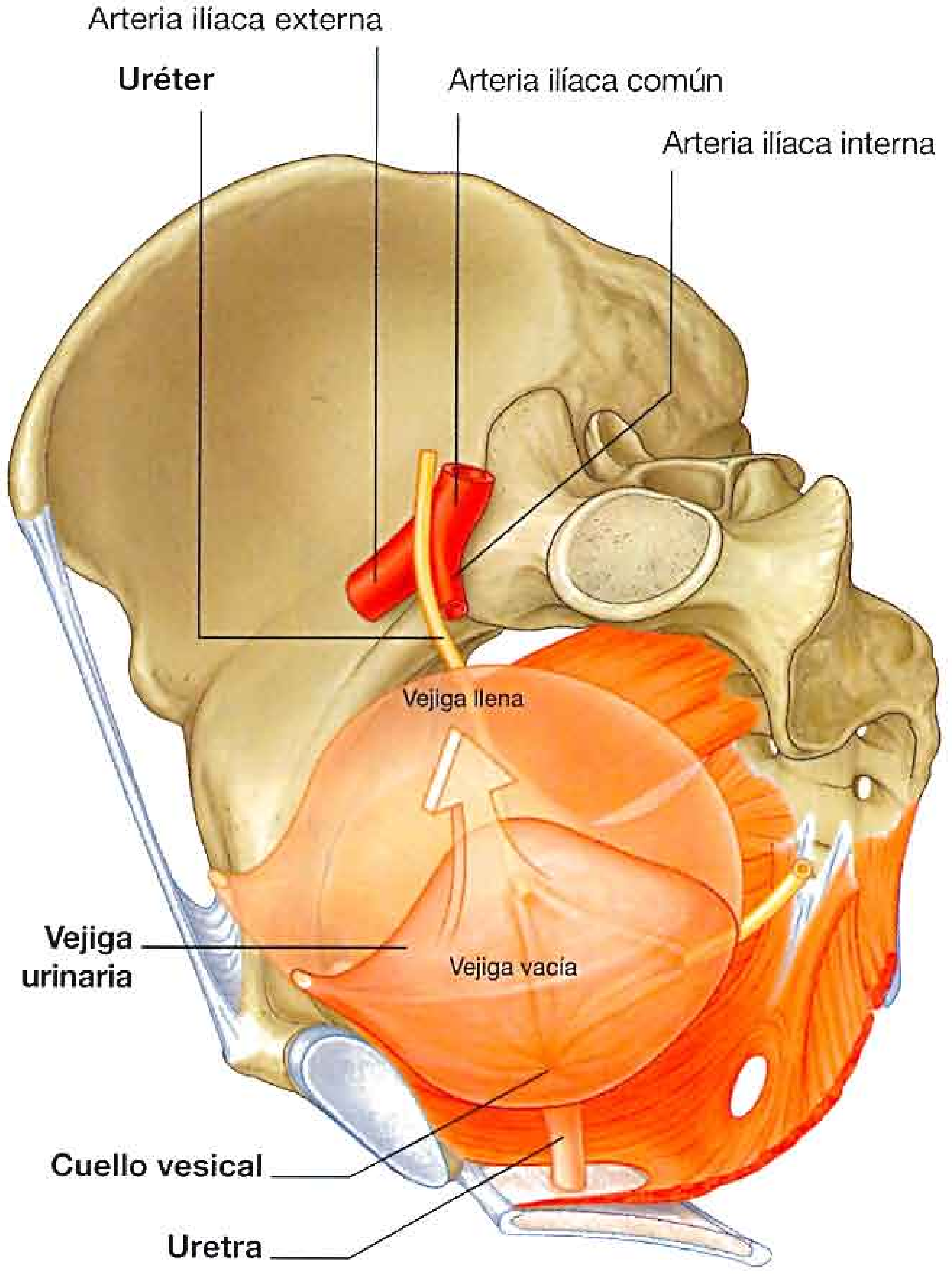


Fig. 5.39 Partes pélvicas del aparato urinario.

ca común. Desde ese punto, continúa a lo largo de la pared y el suelo de la pelvis para introducirse en la base de la vejiga.

En la pelvis, el uréter es atravesado por:

- El conducto deferente en los varones.
- La arteria uterina en las mujeres.

Vejiga urinaria

La vejiga urinaria es el elemento más anterior de las vísceras pélvicas. Aunque se sitúa en su totalidad en la cavidad pélvica cuando está vacía, se expande en sentido superior hacia el abdomen cuando está llena.

La vejiga vacía tiene forma de pirámide triangular inclinada, de modo que descansa en uno de sus bordes (fig. 5.40A). Posee un vértice, una base, una superficie superior y dos superficies inferolaterales:

- El **vértice** de la vejiga se dirige hacia la parte superior de la sínfisis del pubis. Desde su porción superior, una estructura que se conoce como el **ligamento umbilical medio** (remanente del uraco embrionario, que contribuye a la formación de la vejiga) continúa hasta la pared abdominal en la zona anterior al ombligo.
- La **base** de la vejiga tiene forma de triángulo invertido y se orienta en sentido posterioinferior. Los dos uréteres entran en la vejiga en cada una de las esquinas superiores de la base y la uretra drena en sentido inferior desde la esquina inferior de la base. En su interior, el recubrimiento mucoso de la base de la vejiga es liso y está firmemente adherido a la capa de músculo liso subyacente de la pared, a diferencia de lo que sucede en las demás zonas de la vejiga, donde la mucosa está plegada y unida de forma laxa a la pared. La zona triangular lisa que queda entre las aberturas de los uréteres y de la uretra en la cara interna de la vejiga se denomina **trígono vesical** (fig. 5.40B).
- Las **superficies inferolaterales** de la vejiga se sujetan entre los músculos elevadores del ano del diafragma pelviano y los músculos obturadores internos adyacentes por encima de la inserción de dicho diafragma. La cara superior está ligeramente abombada cuando la vejiga está vacía, y se hincha hacia arriba a medida que se llena.

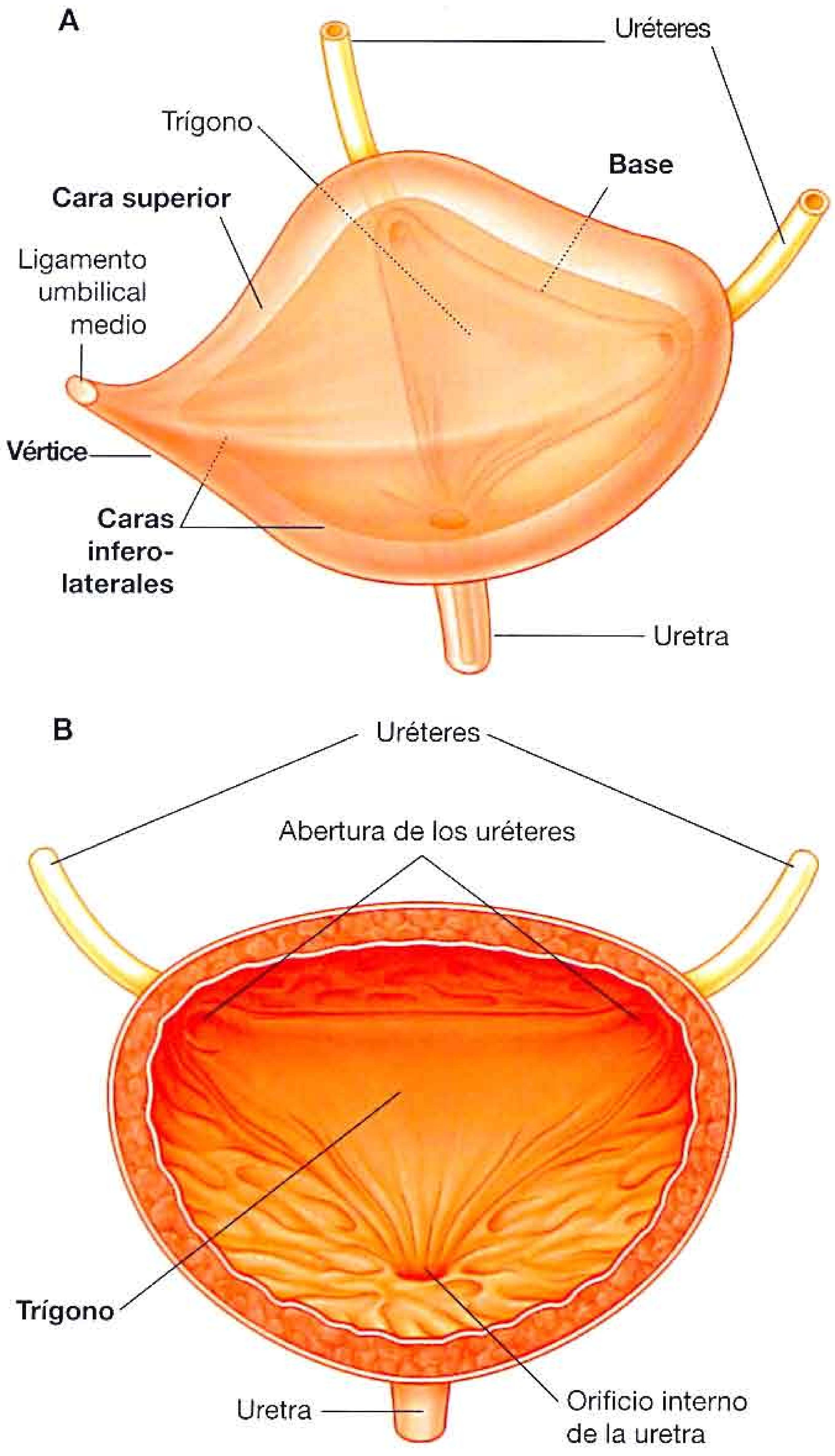


Fig. 5.40 Vejiga urinaria. **A.** Vista superolateral. **B.** Trígono. Vista anterior con la parte anterior de la vejiga seccionada.

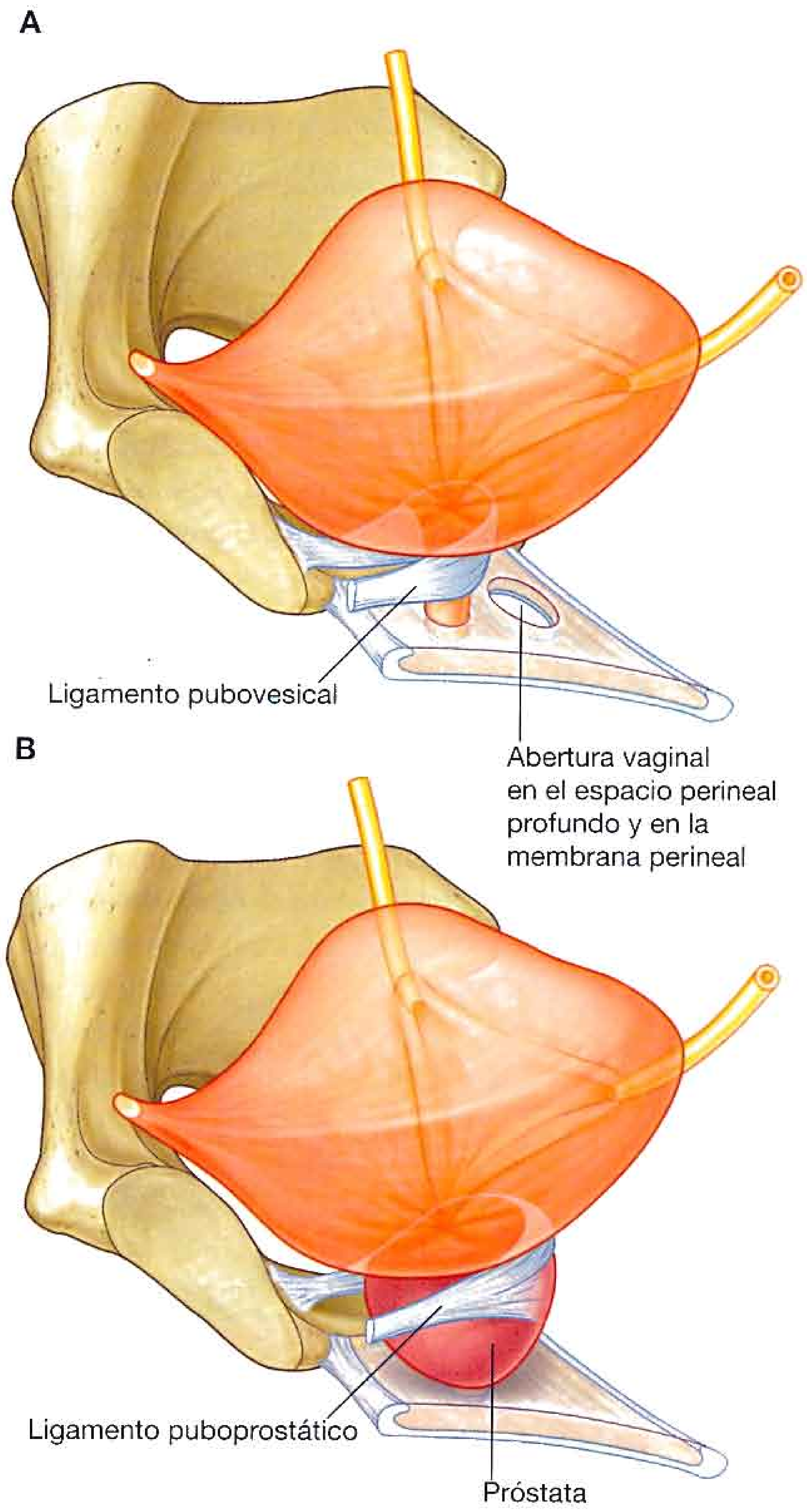


Fig. 5.41 Ligamentos que fijan el cuello de la vejiga y la porción pélvica de la uretra a los huesos pélvicos. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

Cuello de la vejiga

El cuello de la vejiga rodea el origen de la uretra en el punto donde se cruzan las dos superficies inferolaterales y la base.

El cuello es la parte más inferior de la vejiga y también la más «fija». Se inserta en su posición mediante dos fuertes bandas fibromusculares, que conectan el cuello y la porción pélvica de la uretra con la cara posteroinferior de cada hueso púbico:

- En las mujeres, estas bandas fibromusculares se denominan **ligamentos pubovesicales** (fig. 5.41A). Junto con la membrana perineal, los músculos relacionados (los músculos elevadores del ano) y los huesos púbicos, estos ligamentos sostienen la vejiga.
- En los varones, las dos bandas fibromusculares se denominan **ligamentos puboprostáticos** porque se mezclan con la cápsula fibrosa de la próstata, que rodea el cuello de la vejiga y la porción adyacente de la uretra (fig. 5.41B).

Aunque se considera que la vejiga urinaria es un órgano pélvico en el adulto, ocupa una posición más alta en la infancia. Al nacimiento, la vejiga es casi totalmente abdominal: la uretra comienza de manera aproximada en el borde superior de la sínfisis del pubis. Con la edad, la vejiga desciende hasta después de la pubertad, cuando adopta la posición del adulto.

Conceptos prácticos

Cáncer de vejiga

El cáncer de vejiga (fig. 5.42) es el tumor más frecuente del tracto urinario y habitualmente se presenta en la sexta y séptima décadas de la vida, aunque existe una tendencia a manifestarse en pacientes cada vez más jóvenes.

Aproximadamente un tercio de los tumores de vejiga son multifocales; por fortuna, en dos tercios de los casos se trata de tumores superficiales susceptibles de tratamiento local.

Los tumores vesicales pueden diseminarse por toda la pared de la vejiga e invadir estructuras locales, incluido el recto, el útero (en las mujeres) y las paredes laterales de la cavidad pélvica. La afectación prostática no es infrecuente en los varones. La enfermedad se disemina a través de los ganglios linfáticos locorregionales ilíacos internos. En unas pocas ocasiones la diseminación hacia localizaciones metastásicas a distancia se localiza en el pulmón.

El tratamiento de los tumores en estadios iniciales consiste en la resección local con conservación de la vejiga. Los tumores difusos pueden tratarse con quimioterapia local, mientras que los más extensos pueden requerir una extirpación quirúrgica radical de la vejiga y, en los varones, de la próstata.

Los grandes tumores de vejiga tal vez produzcan complicaciones, como la invasión y obstrucción de los uréteres. La obstrucción ureteral puede provocar a su vez la de los riñones e inducir una insuficiencia renal. Además, la invasión tumoral de otras estructuras de la cavidad pélvica también puede originar síntomas.

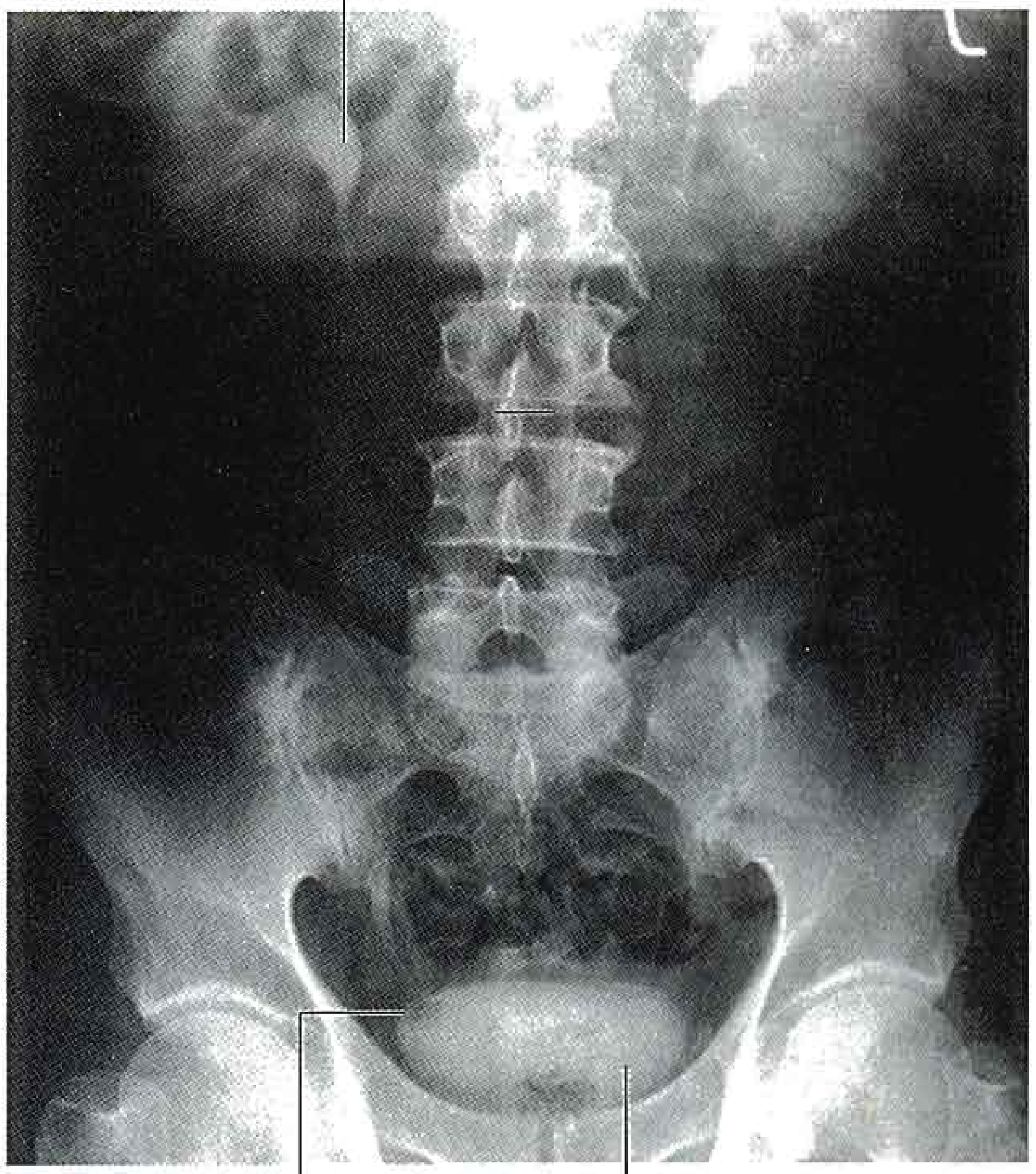


Fig. 5.42 Urografía intravenosa que muestra un pequeño tumor en la pared de la vejiga.

Uretra

La uretra comienza en la base de la vejiga y termina con una abertura al exterior en el periné. El trayecto que sigue es significativamente diferente en las mujeres y en los varones.

Uretra femenina

En las mujeres, la uretra es corta: mide unos 4 cm de longitud. Sigue un trayecto ligeramente curvado cuando pasa en sentido inferior a través del suelo pélvico hacia el periné, donde atraviesa el espacio perineal profundo y la membrana perineal antes de abrirse en el vestíbulo que se ubica entre los labios menores (fig. 5.44A).

La abertura de la uretra es anterior a la abertura vaginal en el vestíbulo. La cara inferior de la uretra está unida a la superficie anterior de la vagina. En relación con el extremo inferior de la uretra hay dos pequeñas glándulas mucosas parauretrales **(glándulas de Skene).** Cada una drena mediante un conducto que se abre hacia el borde lateral del orificio externo de la uretra.

Uretra masculina

En los varones la uretra es larga, de unos 20 cm, y se dobla dos veces en su trayecto (fig. 5.44B). Comienza en la base de la vejiga, atraviesa en sentido inferior la próstata, pasa por el espacio perineal profundo y la membrana perineal, y entra inmediatamente en la raíz del pene. Cuando la uretra sale del espacio perineal profundo se dobla hacia delante para seguir en sentido anterior en la raíz del pene. Cuando éste se encuentra fláccido, la uretra sufre otra curvatura, esta vez en sentido inferior, al pasar de la raíz al cuerpo del pene. Durante la erección, la curvatura que existe entre la raíz y el cuerpo del pene desaparece.

La uretra masculina se divide en cuatro porciones: preprostática, prostática, membranosa y esponjosa.

Porción preprostática

La porción preprostática de la uretra mide aproximadamente 1 cm de longitud, se extiende desde la base de la vejiga hasta la próstata y se relaciona con un manguito circular de fibras

Conceptos prácticos

Litiasis vesical

En algunos pacientes se forman pequeños cálculos (piedras) en los riñones. Estos cálculos pueden descender por el uréter, provocar la obstrucción ureteral y terminar en la vejiga (fig. 5.43), donde precipitan más sales insolubles sobre estos cálculos pequeños para formar otros de mayor tamaño. A menudo, estos pacientes desarrollan (o pueden tenerlos ya) problemas con el vaciamiento vesical y dejan orina residual en la vejiga. Esta orina puede infectarse y alterar el pH urinario, lo que permite la precipitación adicional de sales insolubles.

Si son suficientemente pequeños, los cálculos pueden eliminarse por vía transuretral usando un instrumental especializado. Si son demasiado grandes, puede ser necesario practicar una incisión suprapúbica y entrar retroperitonealmente a la vejiga para extraerlos.

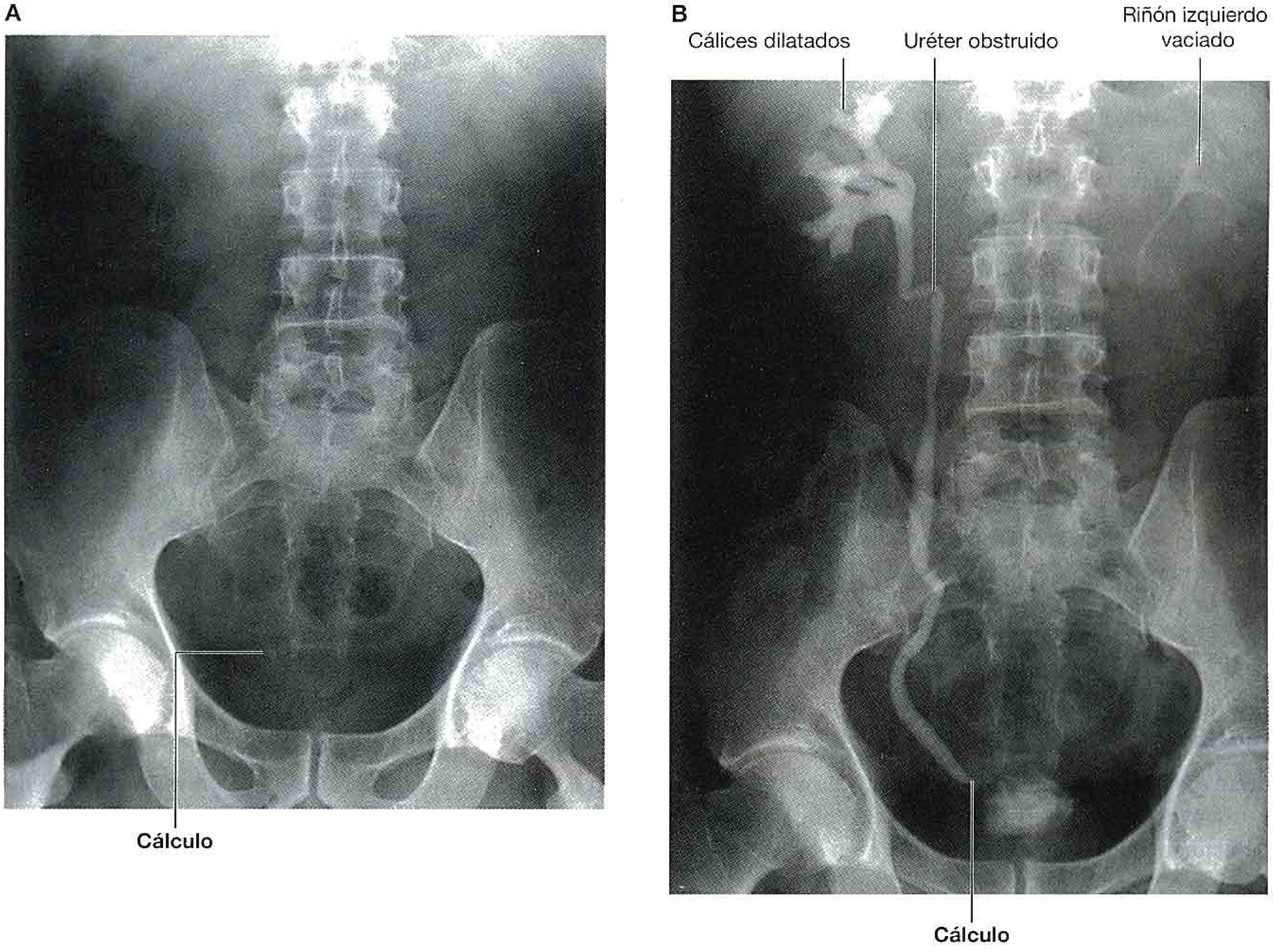


Fig. 5.43 Urografía intravenosa en la que se demuestra una litiasis vesical en la porción inferior del uréter. **A.** Control. **B.** Posmiccional.

musculares lisas (el **esfínter interno de la uretra**). La contracción de este esfínter impide el movimiento retrógrado del semen hacia la vejiga durante la eyaculación.

Porción prostática

La porción prostática de la uretra (fig. 5.44C) mide 3-4 cm de longitud y está rodeada por la próstata. En esta región, la luz de la uretra está marcada por un pliegue de mucosa longitudinal en la línea media (la **cresta uretral**). La depresión situada a cada lado de la cresta es el **seno prostático;** los conductos de la próstata desembocan en esos dos senos.

En la mitad de su trayecto, la cresta uretral aumenta de tamaño para formar una elevación de aspecto circular (el **colículo seminal**). *En los varones, este colículo seminal se emplea para determinar la posición de la próstata durante la resección transuretral de la próstata.*

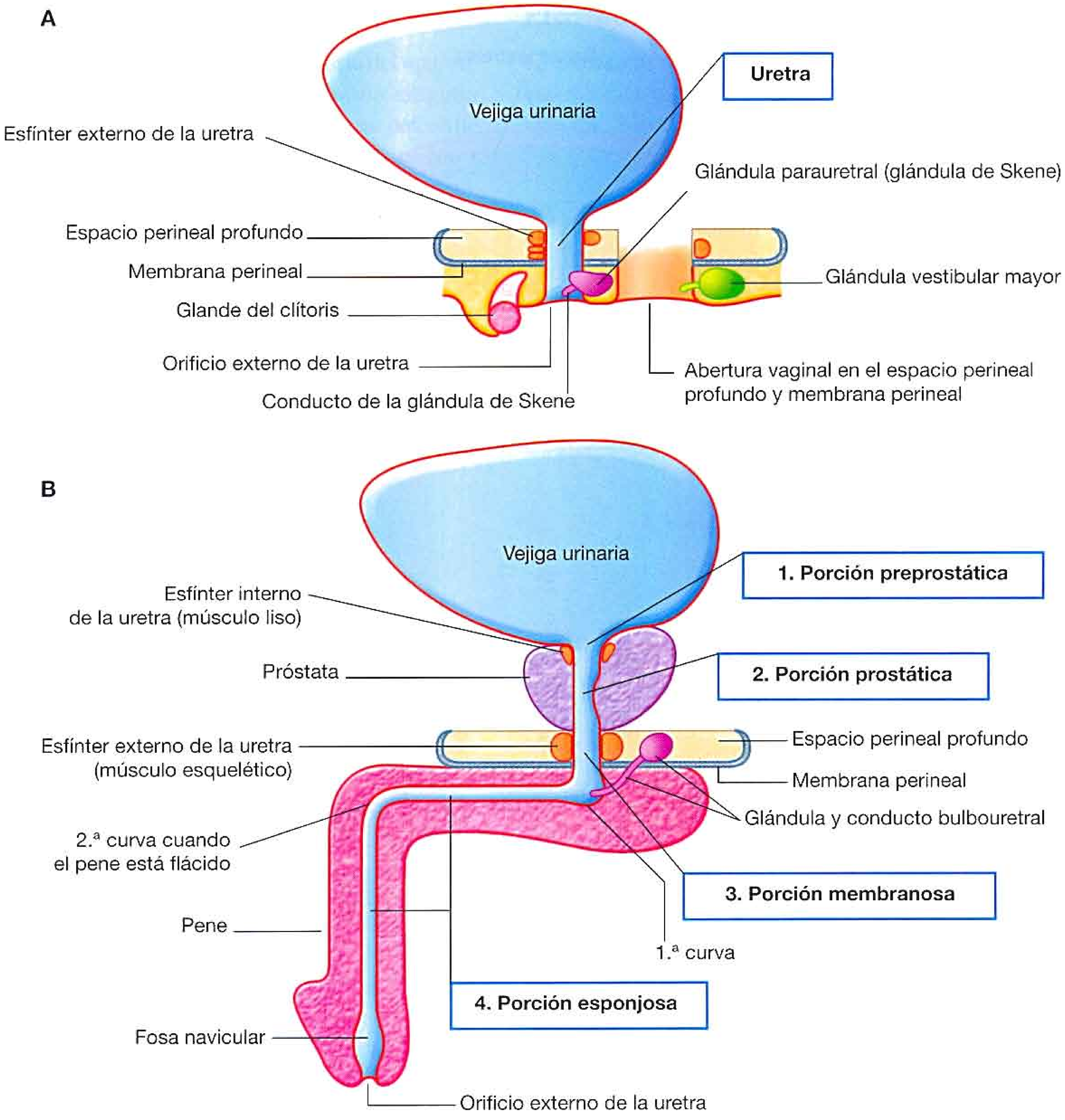


Fig. 5.44 Uretra. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

Continúa

En el centro del colículo seminal se abre un pequeño fondo de saco ciego, el **utrículo prostático** (se cree que es el homólogo del útero en las mujeres). A cada lado del utrículo prostático se encuentra la abertura del conducto eyaculador del aparato reproductor masculino. Por tanto, la conexión entre los aparatos urinario y reproductor en los varones tiene lugar en la porción prostática de la uretra.

Porción membranosa

La porción membranosa de la uretra es estrecha y atraviesa el espacio perineal profundo (fig. 5.44B). Durante su tránsito por este espacio, la uretra está rodeada, tanto en varones como en mujeres, por el músculo esquelético del **esfínter externo de la uretra.**

Uretra esponjosa

La uretra esponjosa está rodeada por un tejido eréctil (el **cuerpo esponjoso**) del pene. Aumenta de tamaño para formar un bulbo en la base del pene y de nuevo al final del mismo para formar la **fosa navicular** (fig. 5.44B). Las dos glándulas bulbouretrales que hay en el espacio perineal profundo forman parte del aparato reproductor masculino y se abren en el bulbo de la uretra esponjosa. El orificio externo de la uretra es una hendidura sagital situada en el extremo del pene.

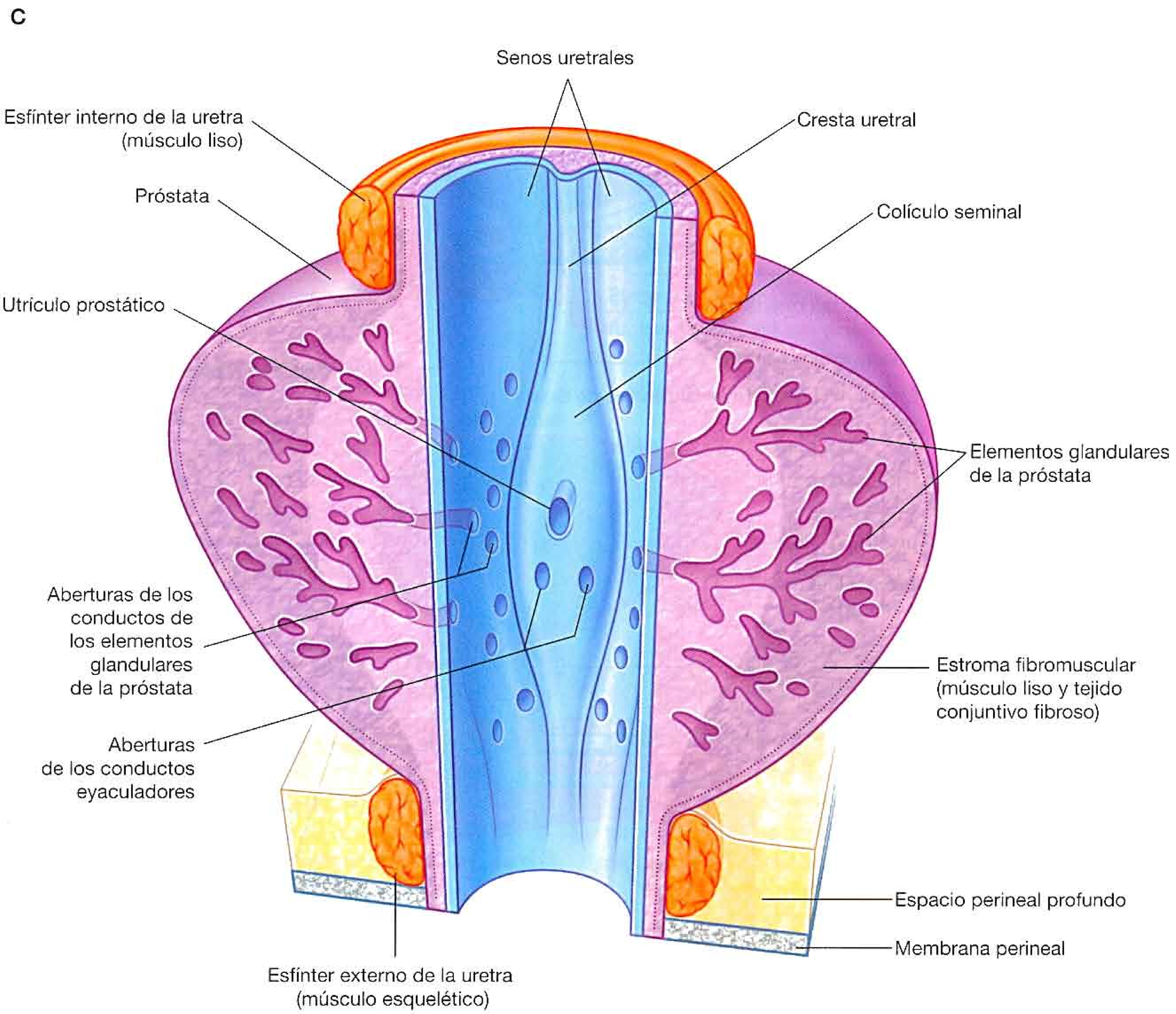


Fig. 5.44 ***(cont.)*** Uretra. **C.** Porción prostática de la uretra masculina.

Conceptos prácticos

Infección vesical

La longitud relativamente corta de la uretra en las mujeres hace que sean más susceptibles que los varones a la infección vesical. La infección del tracto urinario en las mujeres suele presentarse con inflamación de la vejiga (cistitis). La infección puede controlarse en la mayoría de los casos con antibióticos por vía oral y se resuelve sin complicaciones. En los niños menores de 1 año, la infección de la vejiga tiene el riesgo de extenderse por los uréteres hacia los riñones, donde puede producir daño renal y, en último extremo, originar insuficiencia renal. Es necesario realizar un diagnóstico y un tratamiento precoces.

Conceptos prácticos

Sondaje uretral

Es frecuente que se realice un sondaje uretral para drenar la orina de la vejiga de un paciente que no pueda orinar por sí solo. Al insertar las sondas urinarias, se debe apreciar la diferente anatomía según el sexo del paciente.

En los varones:

- La uretra esponjosa está rodeada por el tejido eréctil del bulbo del pene, inmediatamente por debajo del espacio perineal profundo. La pared de este corto segmento de la uretra es bastante fina y se angula en sentido superior para atravesar el espacio perineal profundo; en esta posición, la uretra es vulnerable al daño iatrogénico, sobre todo durante la cistoscopia.
- La porción membranosa de la uretra transcurre en sentido superior cuando atraviesa el espacio perineal profundo.
- La parte prostática de la uretra adopta una ligera curvatura cóncava en sentido anterior cuando atraviesa la próstata.

En las mujeres es mucho más sencillo introducir los catéteres y cistoscopios, ya que la uretra es corta y recta. Por tanto, la orina se drena fácilmente de la vejiga distendida sin que haya que preocuparse mucho por una posible rotura uretral.

En ocasiones es imposible introducir cualquier instrumento por la uretra para drenar la vejiga, habitualmente por una estenosis uretral o un aumento de tamaño de la próstata. En tales casos, la ecografía abdominal baja demostrará una vejiga llena (fig. 5.45) por detrás de la pared abdominal anterior. Se puede introducir también un catéter suprapúbico en la vejiga con un traumatismo mínimo a través de una pequeña incisión, utilizando anestesia local.

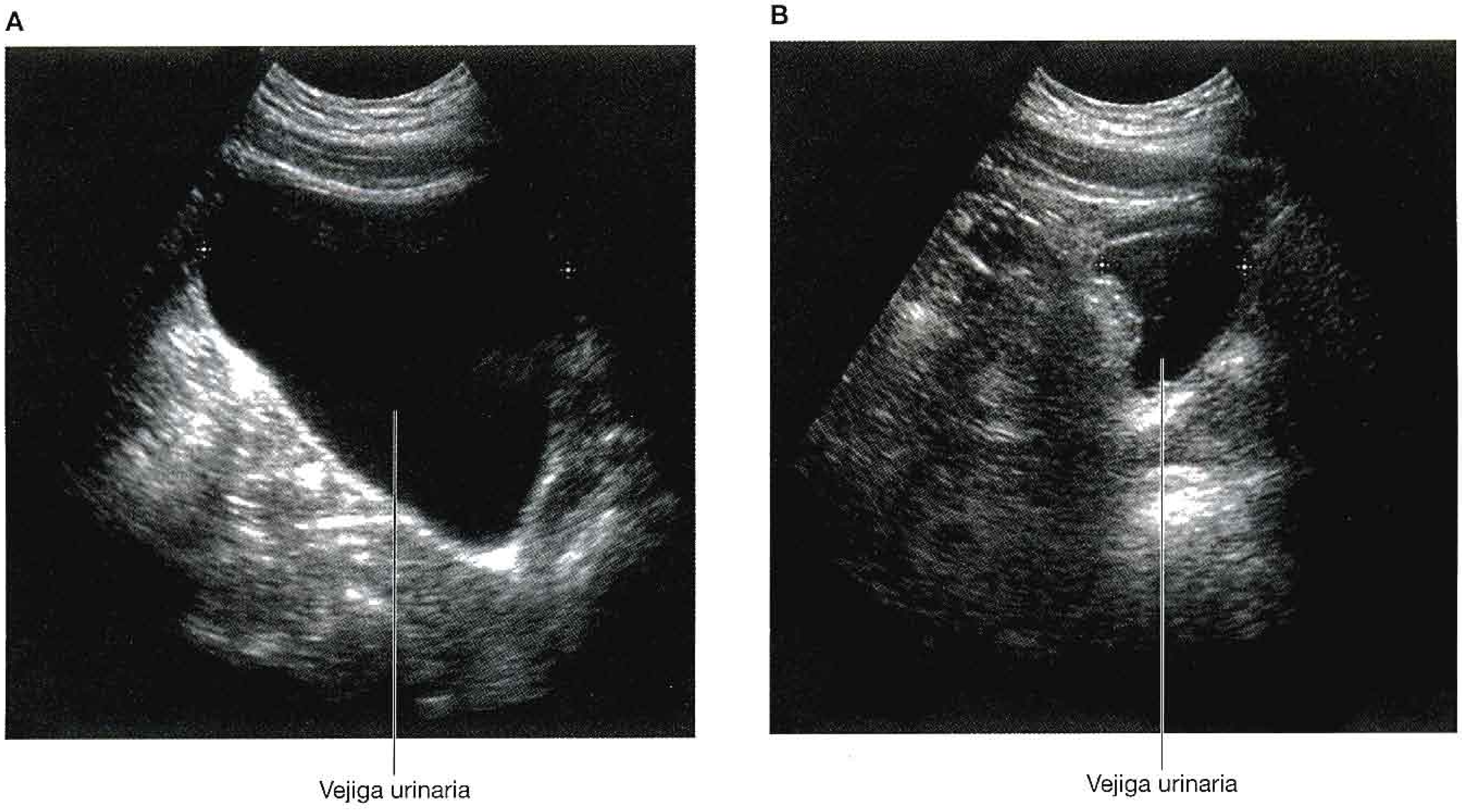


Fig. 5.45 Ecografía que muestra la vejiga urinaria. **A.** Vejiga llena. **B.** Vejiga posmiccional.

Aparato reproductor

Aparato reproductor masculino

El aparato reproductor de los varones tiene componentes en el abdomen, la pelvis y el periné (fig. 5.46A). Sus principales componentes son el testículo, el epidídimo, el conducto deferente y el conducto eyaculador a cada lado, y la uretra y el pene en la línea media. Además, hay tres tipos de glándulas accesorias relacionadas con este aparato:

- Una sola próstata.
- Dos vesículas seminales.
- Dos glándulas bulbouretrales.

El diseño del aparato reproductor de los varones está formado, básicamente, por una serie de conductos y túbulos. La distribución de los componentes y su relación con las vías urinarias refleja su desarrollo embriológico.

Testículos

Los **testículos** se desarrollan en un principio en la parte posterior de la pared abdominal y después descienden, normalmente antes del nacimiento, a través del conducto inguinal en la pared abdominal anterior y hacia el escroto del periné. Durante el descenso, los testículos arrastran con ellos sus vasos, conductos linfáticos y nervios, así como su principal conducto de drenaje, el **conducto deferente (vas deferens).** Por tanto, el drenaje linfático de los testículos se dirige hacia los ganglios linfáticos paraaórticos en el abdomen y no hacia los ganglios inguinales o pélvicos.

Cada testículo, de forma elipsoidal, está contenido dentro del extremo de un saco miofascial alargado, que se continúa con la pared abdominal anterior y se proyecta hacia el escroto. El **cordón espermático** es un conducto tubular que conecta el saco del escroto con la pared abdominal.

Las caras laterales y anterior de los testículos están cubiertas por un saco cerrado de peritoneo (la **túnica vaginal**), que originariamente conectaba con la cavidad abdominal. Por lo general después del descenso de los testículos se cierra la conexión y queda un remanente fibroso.

Cada testículo (fig. 5.46B) está formado por túbulos seminíferos y tejido intersticial, rodeado por una cápsula gruesa de tejido conjuntivo (la **túnica albugínea**). Los espermatozoides se producen en los túbulos seminíferos, que son unas estructuras muy contorneadas que, en número de 400-600, se han modificado en ambos extremos para convertirse en túbulos rectos. Éstos conectan con una cámara colectora (la **red testicular**) en una cuña gruesa y recta de tejido conjuntivo (el **mediastino testicular**) que sigue un trayecto vertical y se proyecta desde la cápsula hasta la cara posterior de la gónada. Se originan aproximadamente entre 12 y 20 **conductillos eferentes** del extremo superior de la red testicular, que penetran en la cápsula y conectan con el epidídimo.

Epidídimo

El **epidídimo** es un conducto único, largo y contorneado, que discurre a lo largo de la cara posterolateral del testículo (fig. 5.46B). Tiene dos componentes distintos:

- Los **conductillos eferentes,** que forman una masa contorneada de gran tamaño que se asienta en el polo posterosuperior del testículo y forma la **cabeza del epidídimo.**
- El **epidídimo verdadero,** que es un conducto largo y contorneado en el que drenan todos los conductillos eferentes y que continúa en sentido inferior a lo largo del borde posterolateral del testículo como el **cuerpo del epidídimo** y aumenta de tamaño para formar la **cola del epidídimo** en el polo inferior del testículo.

Conceptos prácticos

Tumores testiculares

Los tumores testiculares son sólo un pequeño porcentaje entre todos los procesos oncológicos de los varones. No obstante, suelen presentarse en pacientes jóvenes (de entre 20 y 40 años). La mayor parte de estos tumores se pueden curar mediante cirugía y quimioterapia cuando se diagnostican en un estadio inicial.

El diagnóstico precoz del tumor testicular es fundamental. Las masas anómalas se pueden detectar mediante palpación, y el diagnóstico puede establecerse mediante ecografía. Una ecografía simple puede revelar el alcance del tumor local, por lo general en un estadio precoz.

La extirpación quirúrgica de los testículos con neoplasias malignas se suele realizar usando un abordaje inguinal. Los testículos no se extraen habitualmente a través de una incisión escrotal porque es posible diseminar las células tumorales hacia los tejidos subcutáneos del escroto, que tiene un drenaje linfático diferente que los testículos.

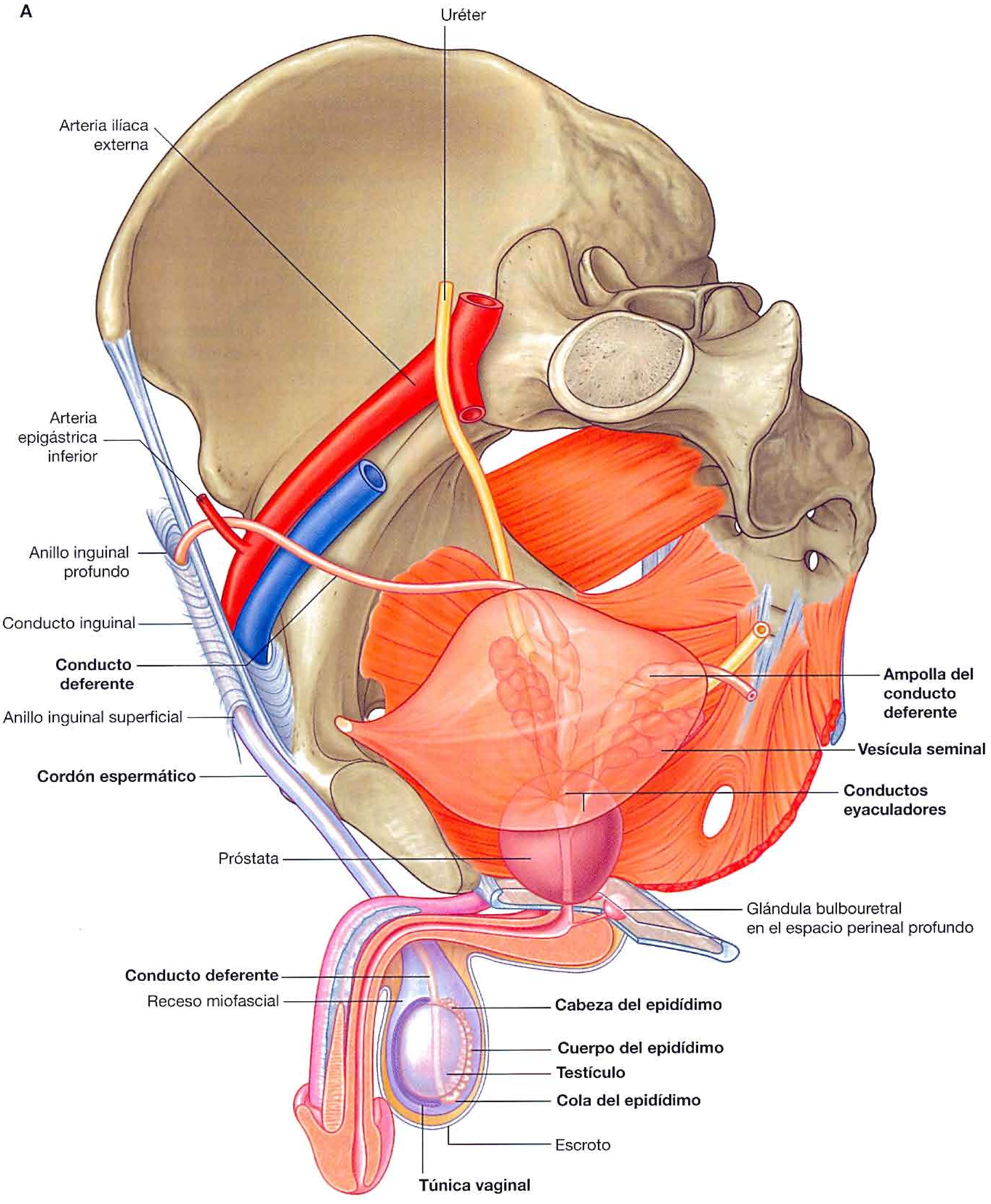


Fig. 5.46 Aparato reproductor masculino. **A.** Vista general.

Continúa

B

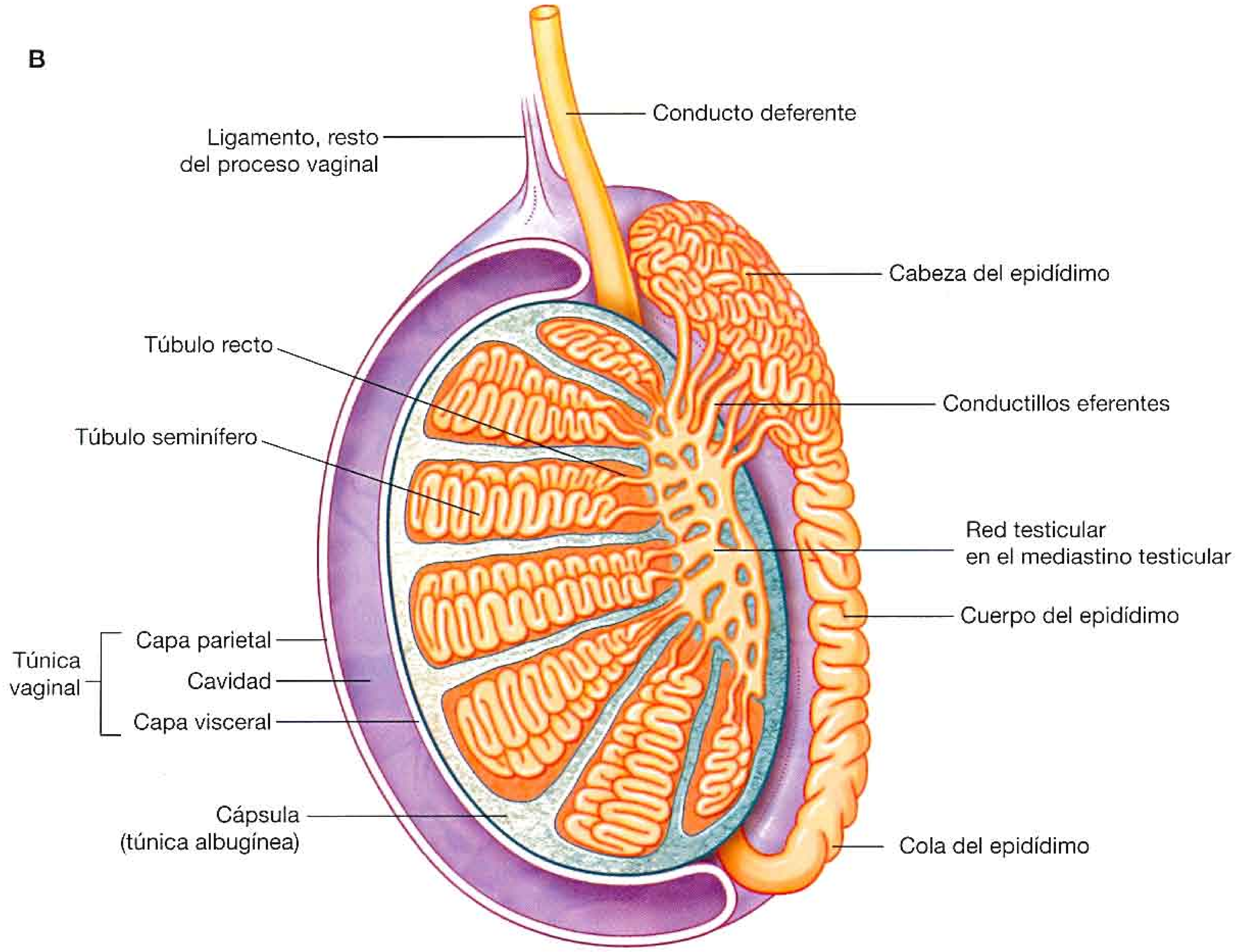


Fig. 5.46 ***(cont.)*** Aparato reproductor masculino. **B.** Testículos y estructuras circundantes.

Cuando atraviesan el epidídimo, los espermatozoides adquieren la capacidad de moverse y fertilizar el óvulo. El epidídimo también almacena los espermatozoides hasta la eyaculación. El final del epidídimo se continúa con el conducto deferente.

Conducto deferente

Esta estructura es un conducto muscular largo que transporta los espermatozoides desde la cola del epidídimo en el escroto hasta el conducto eyaculador en la cavidad pélvica (fig. 5.46A). Asciende en el escroto como un componente del cordón espermático y atraviesa el conducto inguinal en la pared abdominal anterior.

Después de atravesar el anillo inguinal profundo, el conducto deferente se curva medialmente alrededor de la cara lateral de la arteria epigástrica inferior y cruza la arteria y la vena ilíacas externas en la abertura superior de la pelvis para entrar en la cavidad pélvica.

El conducto desciende medialmente en la pared pélvica, en profundidad al peritoneo, y cruza al uréter por detrás de la vejiga. Continúa en sentido inferomedial a lo largo de la base de la vejiga, anterior al recto, casi hasta la línea media, donde se le une el conducto de la vesícula seminal para formar el conducto eyaculador.

Entre el uréter y el conducto eyaculador, el conducto deferente se expande para formar la ampolla del conducto deferente. El conducto eyaculador penetra a través de la próstata para conectar con la uretra prostática.

Conceptos prácticos

Vasectomía

El conducto deferente transporta los espermatozoides desde la cola del epidídimo en el escroto hasta el conducto eyaculador en la cavidad pélvica. Dado que tiene una gruesa pared de músculo liso, puede palparse fácilmente en el cordón espermático entre los testículos y el anillo inguinal superficial. Además, como se puede acceder a él a través de la piel y de la fascia superficial, es susceptible de disección y división quirúrgicas. Cuando se realiza este procedimiento bilateralmente (vasectomía), el paciente queda estéril, por lo que constituye un método anticonceptivo masculino útil.

Vesícula seminal

Cada **vesícula seminal** es una glándula accesoria del aparato reproductor masculino que se desarrolla como una evaginación tubular en fondo de saco a partir del conducto deferente (fig. 5.46A). Su estructura es contorneada, con numerosas evaginaciones a modo de bolsillos, y queda encapsulada por tejido conjuntivo para formar una estructura alargada que se sitúa entre la vejiga urinaria y el recto. La glándula se encuentra inmediatamente lateral al conducto deferente en la base de la vejiga, siguiendo el trayecto del mismo.

El conducto de la vesícula seminal se une al conducto deferente para formar el **conducto eyaculador.** Las secreciones de la vesícula seminal contribuyen significativamente al volumen de material eyaculado (semen).

Próstata

La **próstata** es una estructura accesoria impar del aparato reproductor masculino que rodea la uretra en la cavidad pélvica (fig. 5.46A). Se sitúa inmediatamente inferior a la vejiga, posterior a la sínfisis del pubis y anterior al recto.

Tiene forma de cono redondeado invertido, con una base más grande, que continúa por encima con el cuello de la vejiga y un vértice más estrecho que se apoya por debajo en el suelo pélvico. Las superficies inferolaterales de la próstata están en contacto con los músculos elevadores del ano, que albergan la próstata entre ellos.

La próstata se desarrolla en forma de 30-40 glándulas complejas individuales que crecen desde el epitelio de la uretra hasta la pared circundante de la misma. En conjunto, es-

Conceptos prácticos

Problemas prostáticos

El cáncer de próstata es uno de los procesos malignos que se diagnostica con mayor frecuencia en los varones y a menudo la enfermedad está avanzada en el momento de su presentación. Por lo general este cáncer se presenta en las regiones periféricas de la próstata y es relativamente asintomático. En muchos casos se diagnostica mediante el tacto rectal (TR) y análisis de sangre, como las determinaciones de fosfatasa ácida y antígeno prostático específico (PSA) en suero. En el tacto rectal los tumores de próstata se palpan como una dureza pétrea. El diagnóstico se suele establecer mediante la obtención de varias biopsias de próstata. La ecografía se usa durante la biopsia para visualizar la próstata y para tomar mediciones y colocar correctamente la aguja (fig. 5.47)

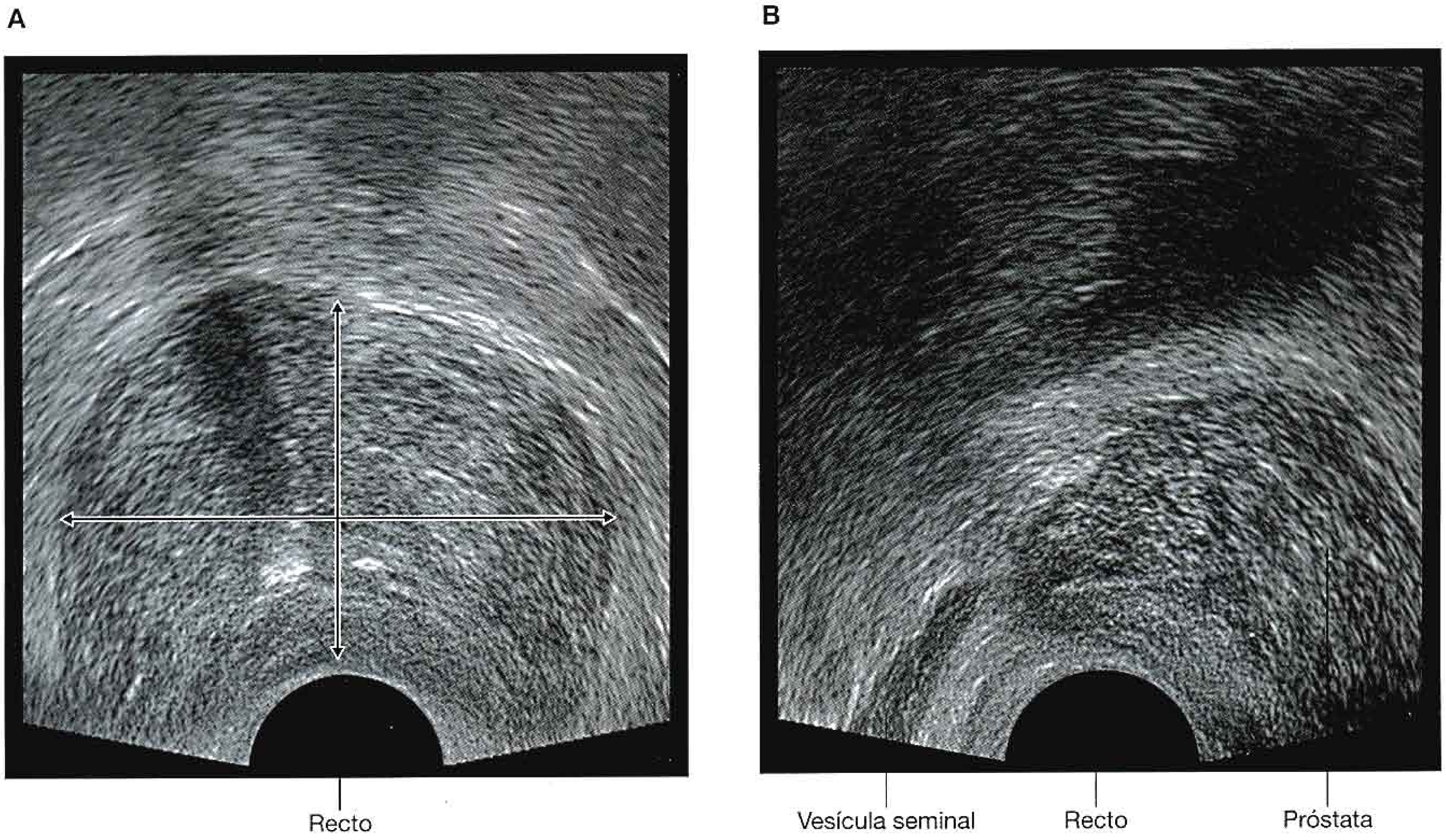


Fig. 5.47 Ecografía rectal de una próstata clínicamente normal. **A.** Proyección transversal. Las flechas marcan los límites de la próstata. **B.** Proyección sagital. También puede verse la vesícula seminal.

tas glándulas aumentan la pared de la uretra en lo que se conoce como la próstata: sin embargo, cada glándula conserva su propio conducto, que desemboca independientemente en los senos prostáticos de la cara posterior de la luz uretral.

Junto con las secreciones de las vesículas seminales, las de la próstata contribuyen a la formación del semen durante la eyaculación.

Los conductos eyaculadores pasan casi verticalmente en dirección anteroinferior a través de la cara posterior de la próstata para abrirse en la uretra prostática.

Glándulas bulbouretrales

Las **glándulas bulbouretrales** (v. fig. 5.46A), situadas una a cada lado, son unas glándulas mucosas con forma de guisante que se ubican en el espacio perineal profundo. Son laterales a la porción membranosa de la uretra y se disponen entre las fibras del esfínter externo de la uretra. El conducto que se origina en cada glándula atraviesa inferomedialmente la **membrana perineal**, para abrirse en el bulbo de la uretra esponjosa en la raíz del pene.

Junto con las pequeñas glándulas situadas a lo largo del trayecto de la uretra esponjosa, las glándulas bulbouretrales contribuyen a lubricar la uretra y la emisión preeyaculadora del pene.

Aparato reproductor femenino

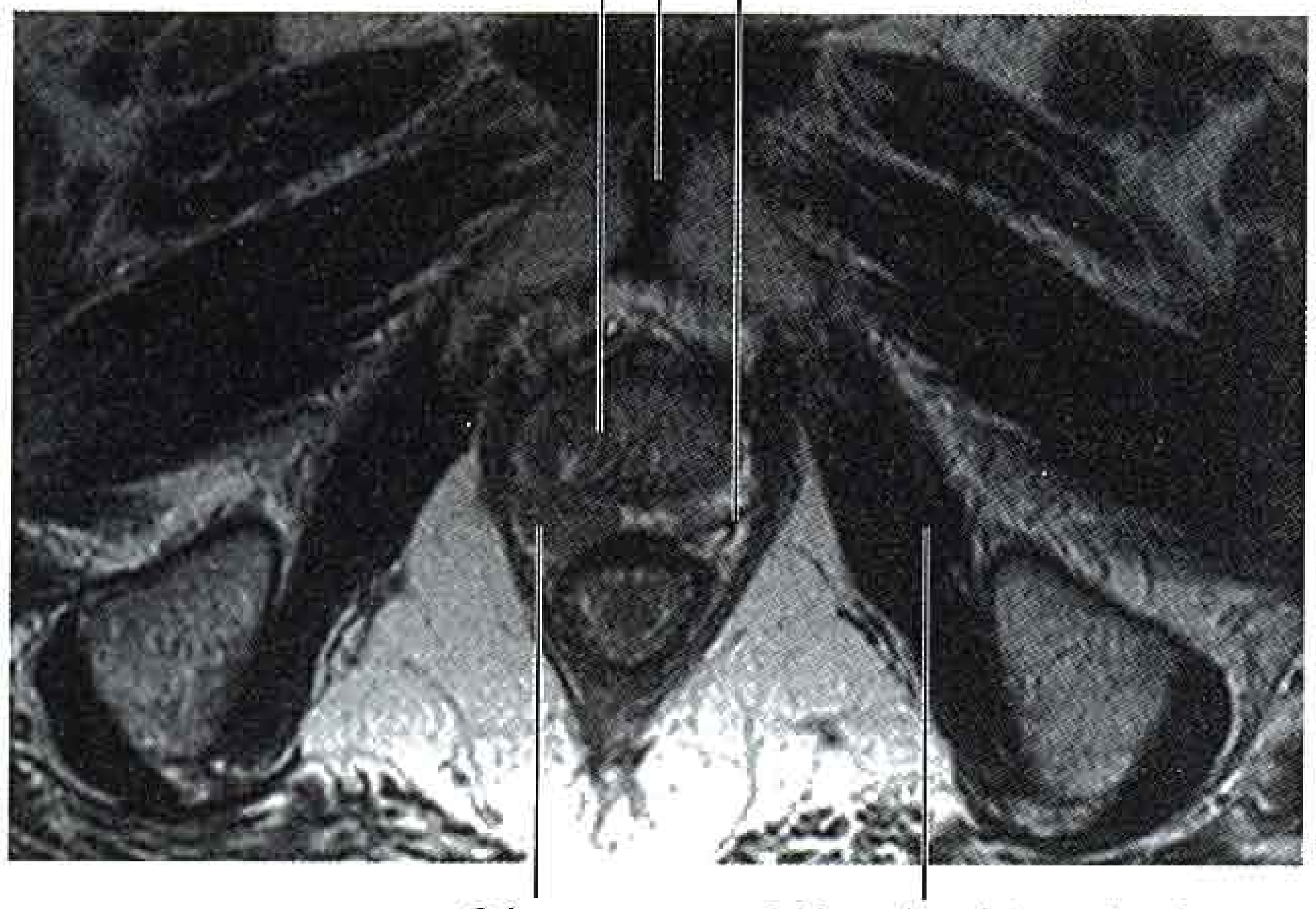
El aparato reproductor femenino está contenido principalmente en la cavidad pélvica y el periné, aunque durante el embarazo el útero se expande hacia el abdomen. Los componentes principales del aparato son:

- Un ovario a cada lado.
- El útero, la vagina y el clítoris en la línea media (fig. 5.49).

Además, hay dos glándulas accesorias (las **glándulas vestibulares mayores**).

Conceptos prácticos *(cont.)*

La hipertrofia prostática benigna es una enfermedad de la próstata que se presenta durante el envejecimiento en la mayoría de los varones. Suele afectar a las regiones más centrales de la próstata, que gradualmente aumenta de tamaño. La próstata se percibe como una masa «abultada» en el tacto rectal. Debido al cambio hipertrófico más central de la próstata, la uretra se comprime y se desarrolla una obstrucción al flujo urinario en numerosos pacientes. Con el tiempo, la vejiga puede hipertrofiarse en respuesta a la obstrucción del flujo. En algunos pacientes la obstrucción es tan intensa que la orina no puede salir y se hace necesario un sondaje transuretral o suprapúbico. A pesar de no tratarse de una enfermedad maligna, la hipertrofia prostática benigna puede tener un efecto considerable en la vida cotidiana de muchos pacientes (fig. 5.48).



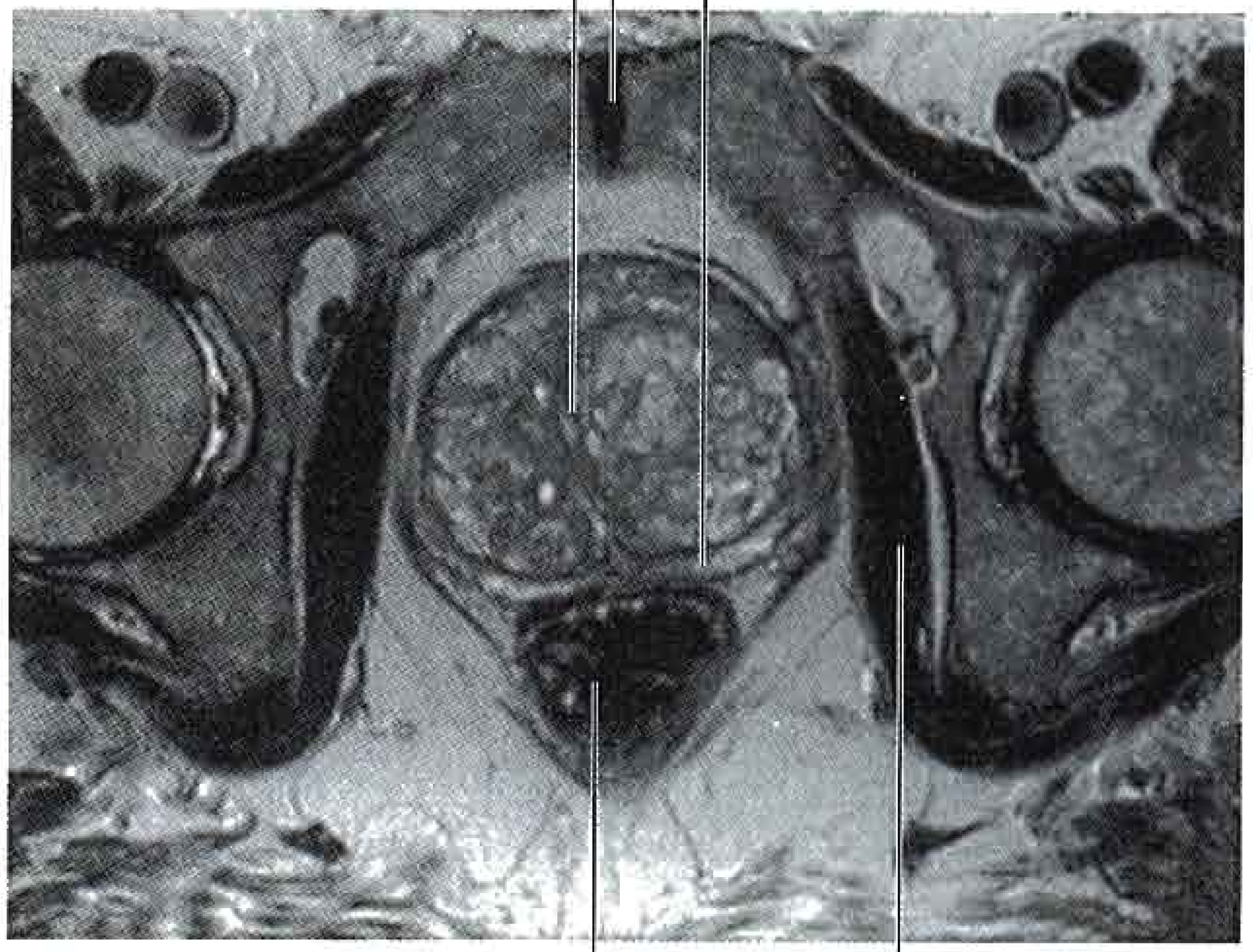


Fig. 5.48 Resonancia magnética axial potenciada en T2 de problemas prostáticos. **A.** Un pequeño cáncer de próstata en la zona periférica de una próstata de tamaño normal. **B.** Hipertrofia prostática benigna.

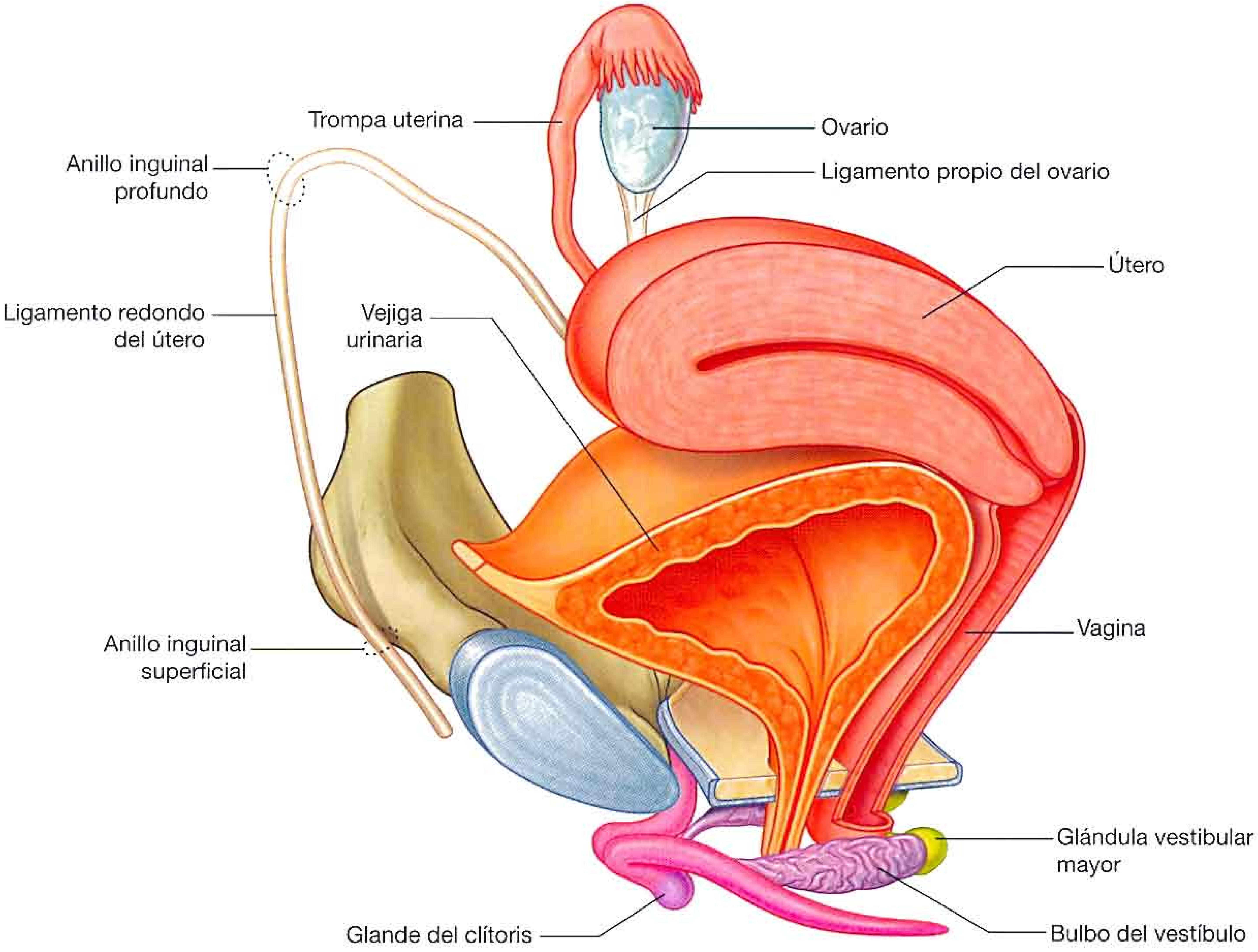


Fig. 5.49 Aparato reproductor femenino.

Ovarios

Al igual que los testículos en los varones, los **ovarios** se desarrollan en la parte alta de la pared abdominal posterior y después descienden antes del nacimiento, llevándose con ellos sus vasos, conductos linfáticos y nervios. Sin embargo, no migran a través del conducto inguinal hacia el periné, como aquéllos, sino que se detienen pronto y adoptan su posición en la pared lateral de la cavidad pélvica (fig. 5.50).

Los ovarios son el lugar de producción de los óvulos (ovogénesis). Los óvulos maduros son ovulados hacia la cavidad peritoneal y por lo general se dirigen hacia las aberturas adyacentes de las trompas uterinas mediante unos cilios situados en los extremos de éstas.

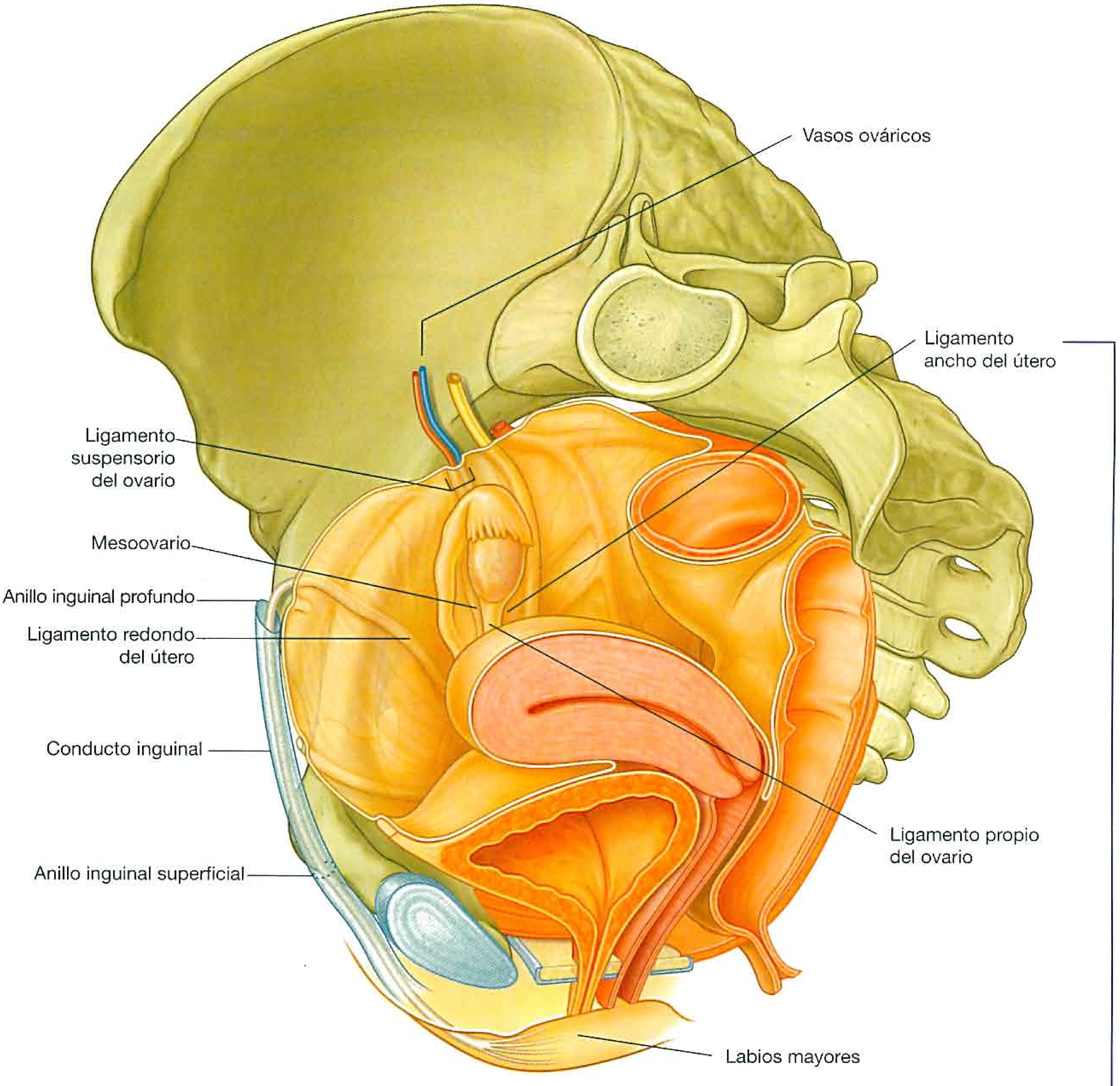
Los ovarios se sitúan adyacentes a la pared lateral de la pelvis, inmediatamente por debajo de la abertura superior. Cada uno de los dos ovarios, que tienen forma de almendra, mide unos 3 cm de largo y está suspendido mediante un mesenterio (el **mesoovario**) que procede de la cara posterior del ligamento ancho del útero.

Ligamento ancho del útero

El **ligamento ancho** del útero es un pliegue laminar de peritoneo orientado en el plano coronal que transcurre desde la pared lateral de la pelvis hacia el útero y contiene la trompa uterina en su borde superior (fig. 5.50). La parte del ligamento ancho del útero que discurre entre el origen del mesoovario y la trompa uterina es el **mesosalpinx.**

El peritoneo del mesoovario queda firmemente insertado en el ovario y forma su epitelio superficial. Los ovarios se sitúan con su eje longitudinal en el plano vertical. Los vasos, nervios y conductos linfáticos entran en el ovario por su polo superior desde una posición lateral y quedan cubiertos por otro pliegue elevado del peritoneo que, junto con las estructuras que contiene, forma el **ligamento suspensorio del ovario (ligamento infundibulopélvico).**

El polo inferior del ovario se inserta en una banda fibromuscular de tejido (el **ligamento propio del ovario**), que discurre medialmente en el borde del mesoovario hacia el útero y después continúa en sentido anterolateral como **ligamento redondo del útero** (fig. 5.50). El ligamento redondo del útero pasa sobre la abertura superior de la pelvis para alcanzar el anillo inguinal profundo y después discurre por el conducto inguinal para terminar en un tejido conjuntivo relacionado con los labios mayores en el periné. Tanto el ligamento propio del ovario como el ligamento redondo del útero son restos del gubernáculo, que insertaba la gónada en las tumefacciones labioescrotales del embrión.



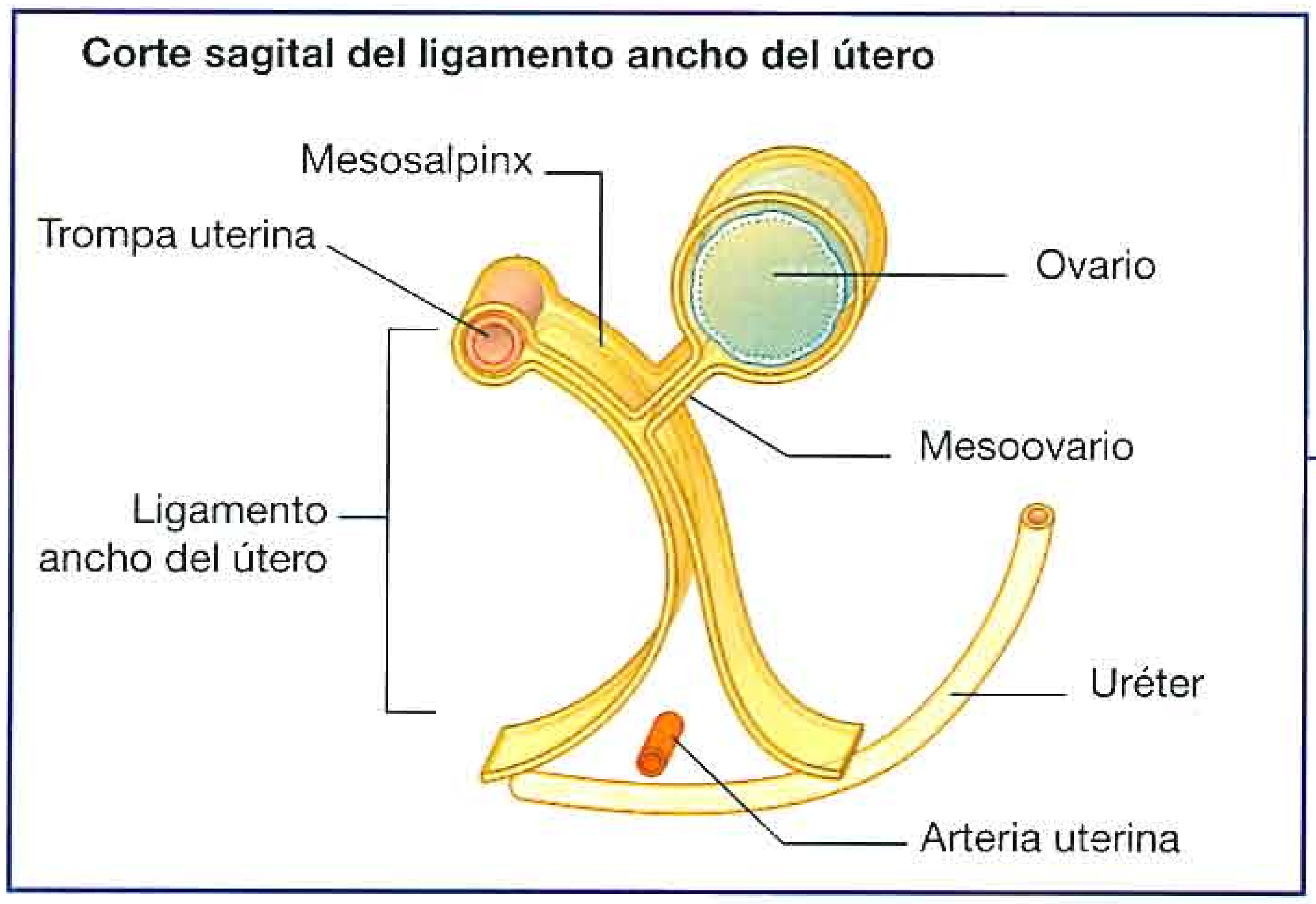


Fig. 5.50 Ovarios y ligamento ancho del útero.

Conceptos prácticos

Cáncer de ovario

El cáncer de ovario sigue siendo uno de los principales retos de la oncología. Los ovarios contienen numerosos tipos de células; todas ellas pueden sufrir degeneración maligna y requieren diferentes técnicas de imagen y protocolos terapéuticos. En último término, tienen un pronóstico diferente.

Estos tumores se originan con más frecuencia en el epitelio superficial que cubre el ovario y que se continúa en la zona de transición brusca con el peritoneo del mesoovario.

El desarrollo de los tumores de ovario se ha relacionado con muchos factores, como por ejemplo la historia familiar positiva.

El cáncer de ovario se presenta a cualquier edad, pero es más habitual en mujeres mayores.

Este cáncer puede diseminarse por vía hematógena y linfática, y con frecuencia metastatiza directamente en la cavidad peritoneal. Esta diseminación directa en la cavidad peritoneal permite el paso de las células tumorales a lo largo de los conductos paracólicos y sobre el hígado. A partir de allí la enfermedad puede extenderse con facilidad. Por desgracia, muchas pacientes acuden a la consulta tarde, con una enfermedad metastásica y difusa (fig. 5.51).

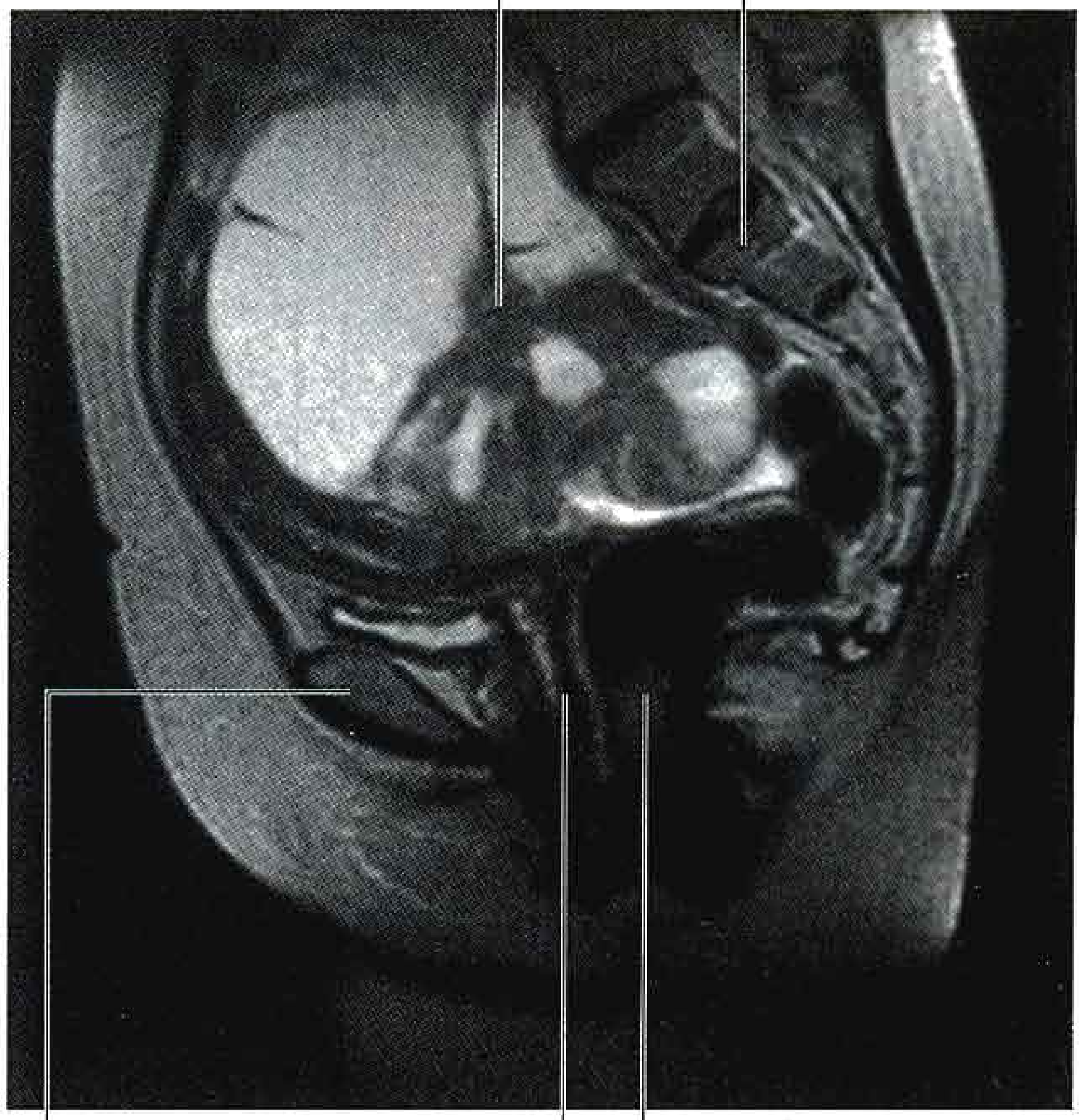


Fig. 5.51 Resonancia magnética sagital en la que se observa un cáncer de ovario.

Conceptos prácticos

Técnicas de imagen del ovario

Los ovarios se pueden visualizar mediante ecografía. Si la paciente bebe suficiente agua, la vejiga aumenta de tamaño y se llena. Esta cavidad llena de líquido proporciona una ventana acústica excelente, tras la cual pueden identificarse el útero y los ovarios mediante un barrido ecográfico transabdominal. Esta técnica permite a los obstetras y a los técnicos ver el feto y registrar su crecimiento durante el embarazo.

Algunas pacientes no son adecuadas para la ecografía transabdominal, en cuyo caso se puede introducir una sonda en la vagina. Esto permite una visualización cercana del útero, del contenido del saco de Douglas y de los ovarios. Estos últimos también pueden visualizarse mediante laparoscopia.

Útero

El **útero** es un órgano muscular de paredes gruesas situado en la línea media entre la vejiga y el recto (v. fig. 5.50). Se divide en cuerpo y cuello, y en su extremo inferior se une a la vagina (fig. 5.52). En su zona superior, las trompas uterinas se proyectan en sentido lateral desde el útero y se abren en la cavidad peritoneal inmediatamente adyacentes a los ovarios.

El cuerpo del útero está aplanado en sentido anteroposterior y, por encima del nivel de origen de las trompas uterinas (fig. 5.52), tiene un borde superior redondeado **(fondo del útero).** La cavidad del cuerpo del útero es una hendidura estrecha cuando se contempla lateralmente, y con forma de triángulo invertido en una vista anterior. Cada una de las esquinas superiores de la cavidad se continúa con la luz de la trompa uterina y la esquina inferior lo hace con el conducto central del cuello.

La implantación del blastocisto suele producirse en el cuerpo del útero. Durante el embarazo, el útero se expande en gran medida en sentido superior, dentro del abdomen.

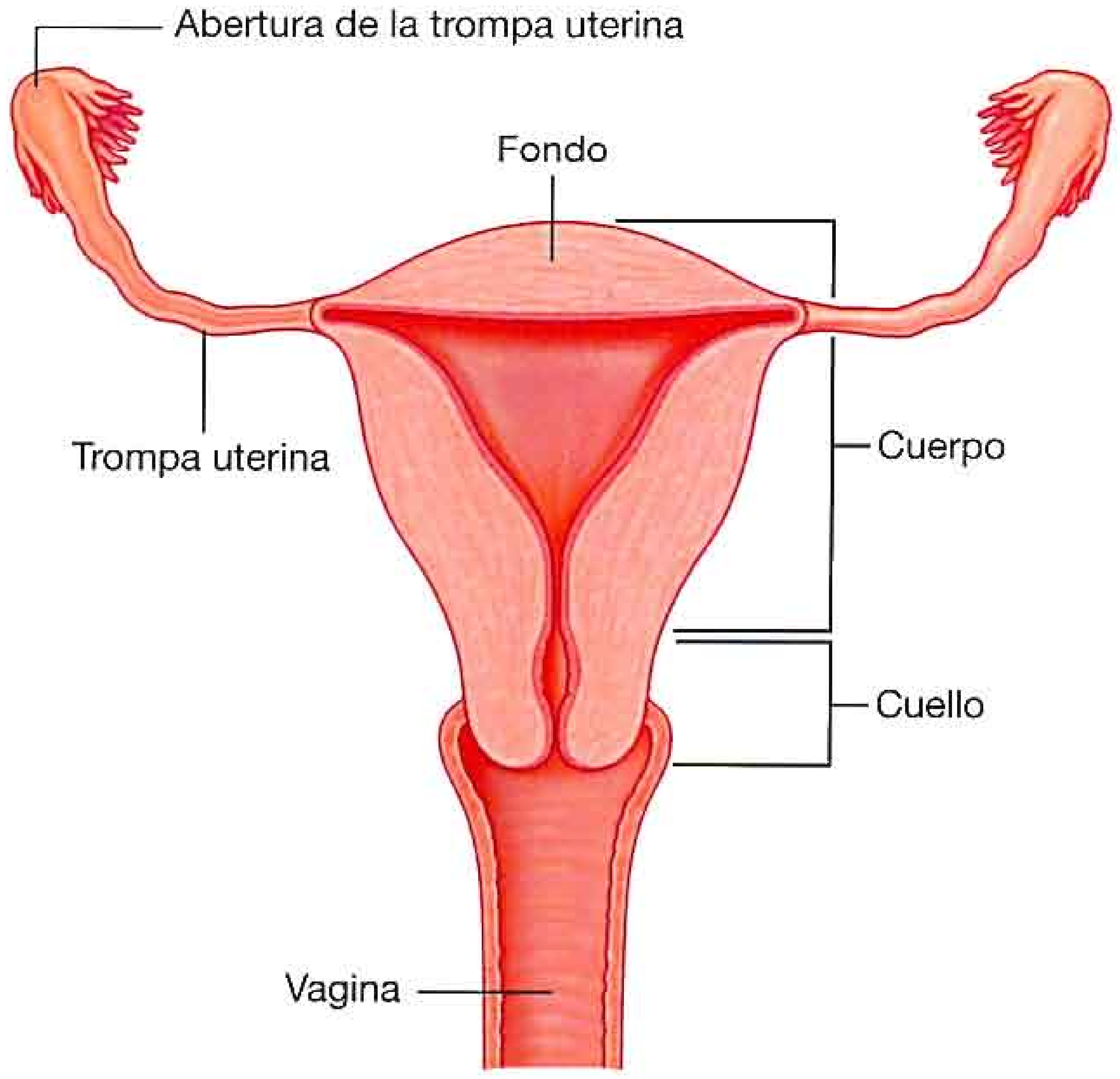


Fig. 5.52 Útero. Vista anterior. Se ha eliminado la mitad anterior del útero y de la vagina.

Las trompas uterinas

Las **trompas uterinas** se extienden desde cada lado del extremo superior del cuerpo del útero hacia la pared lateral de la pelvis y quedan encerradas dentro de los bordes superiores de las porciones del mesosalpinx de los ligamentos anchos. Como los ovarios quedan suspendidos desde la cara posterior de los ligamentos anchos, las trompas uterinas pasan por su cara superior y terminan lateralmente en los ovarios.

Cada trompa uterina tiene un extremo en forma de trompeta abierta (el **infundíbulo**), que se curva alrededor del polo superolateral del ovario correspondiente (fig. 5.53). El borde del infundíbulo está rematado con unas pequeñas proyecciones digitiformes que se denominan **franjas.** La luz de la trompa uterina se abre en la cavidad peritoneal en el extremo estrechado del infundíbulo. En posición medial al infundíbulo la trompa se expande para formar la **ampolla** y después se estrecha en el **istmo,** antes de unirse con el cuerpo del útero.

El infundíbulo con franjas facilita en cada ovulación la recogida de los óvulos que proceden del ovario. La fertilización suele producirse en la ampolla.

Conceptos prácticos

Ligadura de trompas

Después de la ovulación, el óvulo no fertilizado es recogido por las franjas de la trompa uterina y pasa al interior de la trompa, donde suele ser fertilizado en la ampolla. El cigoto comienza entonces a desarrollarse y entra en la cavidad uterina, donde se implanta en la pared del útero.

Un método sencillo y eficaz de control de la natalidad consiste en ligar quirúrgicamente (mediante clips) las trompas uterinas, lo cual impide que los espermatozoides alcancen el óvulo. Este procedimiento corto y sencillo se realiza con anestesia general. Se introduce un pequeño laparoscopio en la cavidad peritoneal y se usa un equipo especial para identificar las trompas.

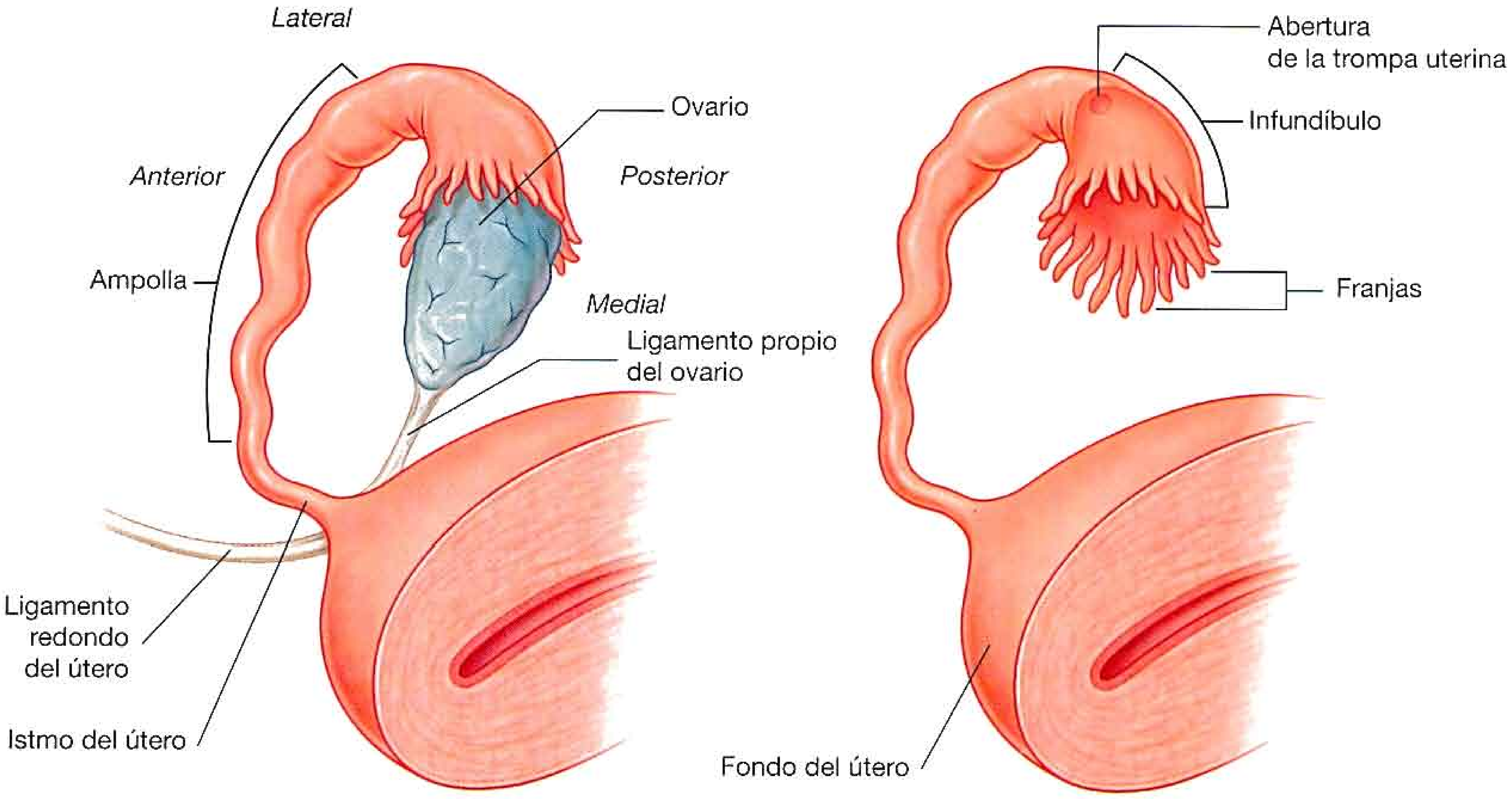


Fig. 5.53 Trompas uterinas.

Cuello

El **cuello** constituye la parte inferior del útero y tiene la forma de un cilindro corto y ancho que posee un conducto central estrecho. Por lo general el cuerpo del útero se arquea hacia delante (anteflexión sobre el cuello) sobre la cara superior de la vejiga urinaria, cuando está vacía (fig. 5.54A). Además, el cuello forma una angulación anterior (anteversión) sobre la vagina, de manera que el extremo inferior del cuello se proyecta hacia la parte superior de la cara anterior de la vagina. Como el extremo del cuello tiene forma de cúpula, hace protrusión en la vagina y se forma un receso, o fórnix, que rodea el borde del cuello, donde se une a la pared vaginal (fig. 5.54B). El conducto tubular central del cuello es abre, por debajo, como **orificio externo,** en la cavidad vaginal y, por encima, como **orificio interno,** en la cavidad uterina.

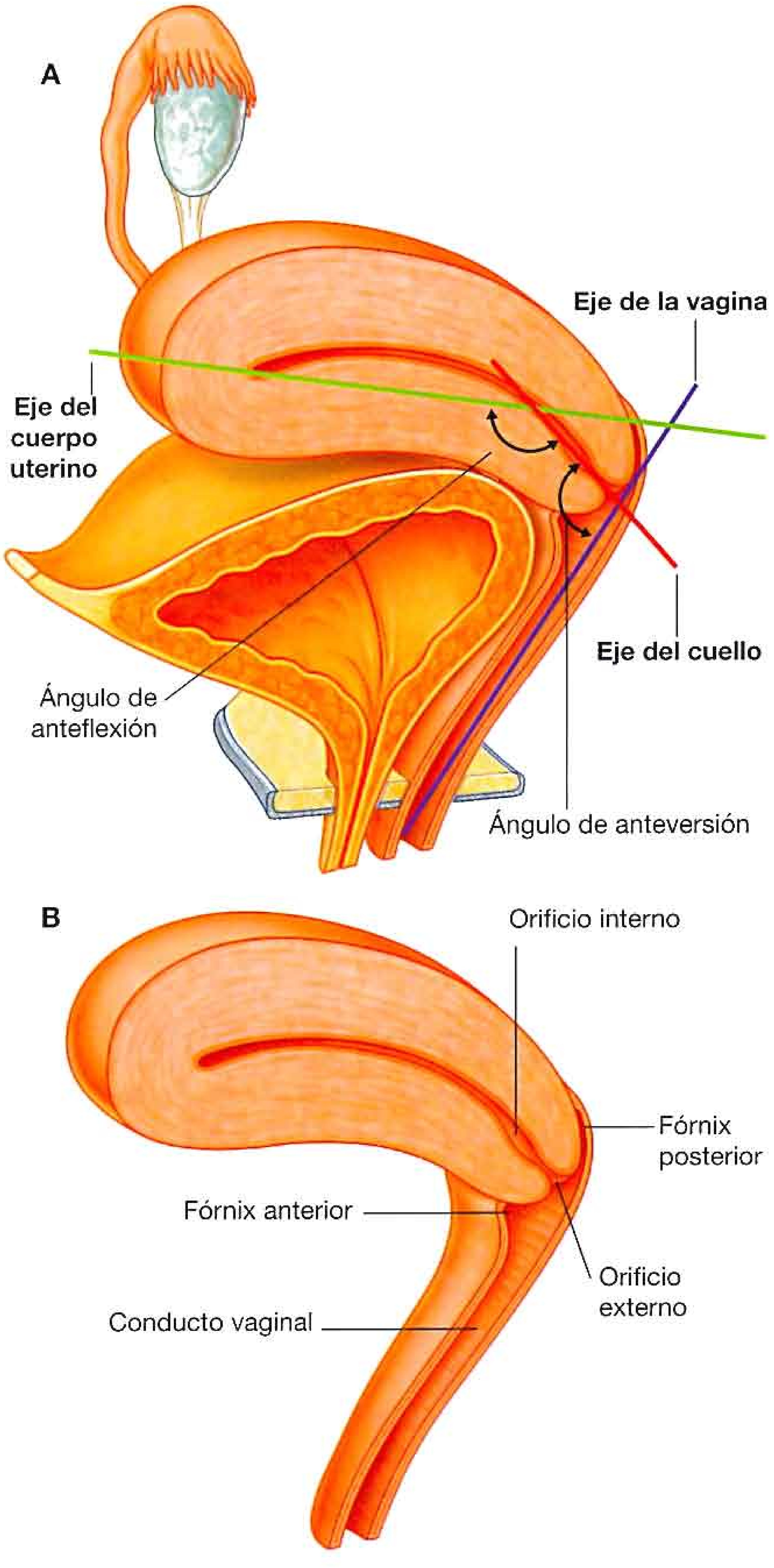


Fig. 5.54 Útero y vagina. **A.** Ángulos de anteflexión y anteversión. **B.** El cuello uterino hace protrusión en la vagina.

Conceptos prácticos

Carcinoma de cuello uterino y de endometrio

El carcinoma de cuello uterino (fig. 5.55) y de endometrio es una enfermedad frecuente en las mujeres. El diagnóstico se realiza por inspección, citología (estudio de las células cervicales), estudios de imagen, biopsia, y dilatación y legrado del útero.

Estos carcinomas se pueden tratar mediante resección local, extirpación del útero (histerectomía) y quimioterapia adyuvante. El tumor se disemina por vía linfática hacia los ganglios ilíacos internos y comunes.

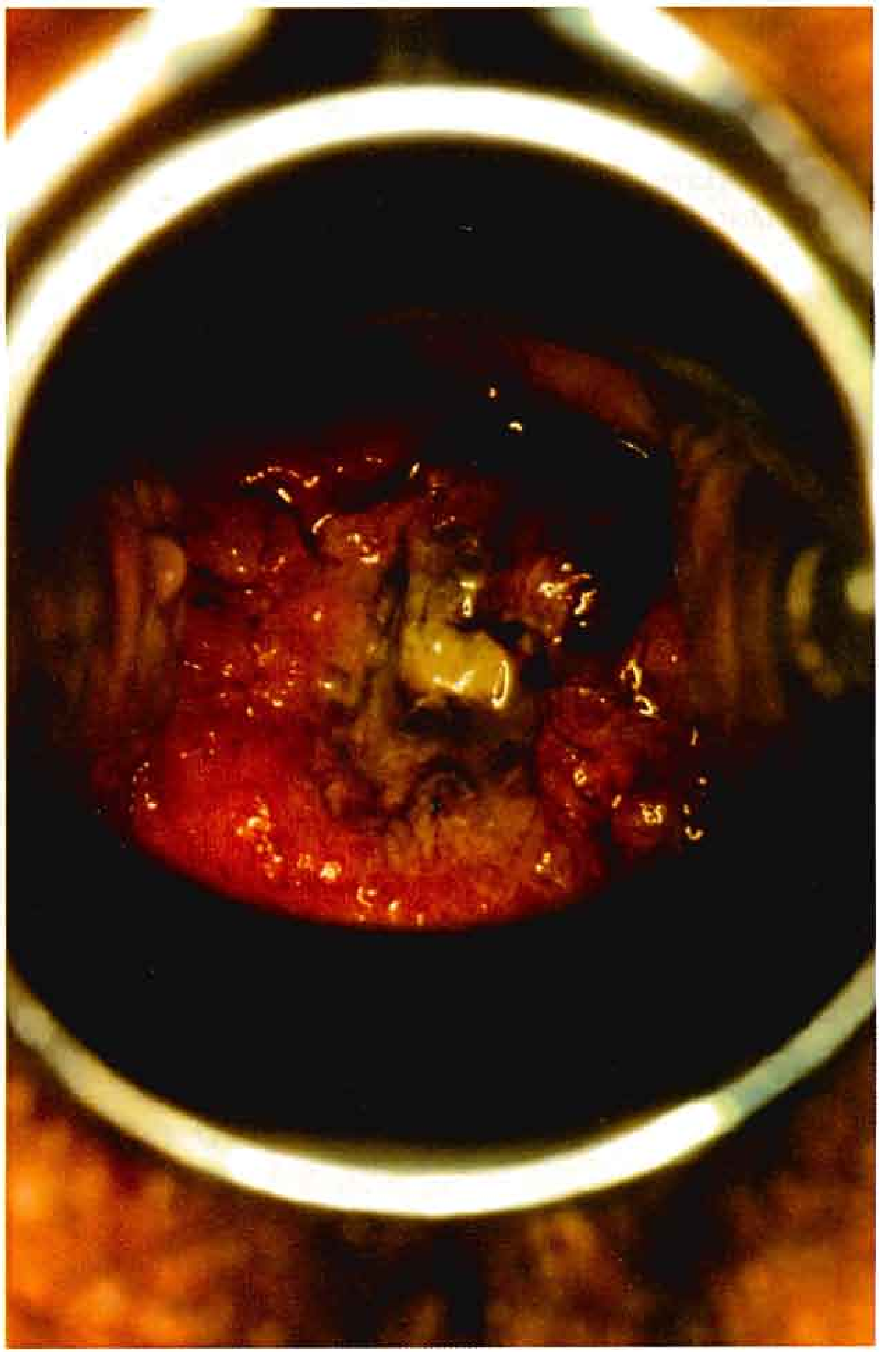


Fig. 5.55 Imagen tomada a través de un espéculo insertado en la vagina, donde se demuestra un cáncer cervical. Véase la figura 5.84E para la imagen de un cuello normal.

Vagina

La **vagina** es el órgano copulador femenino. Se trata de un conducto fibromuscular distensible que se extiende desde el periné hasta la cavidad pélvica atravesando el suelo pélvico (fig. 5.56A). El extremo interno del conducto se ensancha para formar una región denominada **cúpula vaginal.**

La pared anterior de la vagina se relaciona con la base de la vejiga y con la uretra; de hecho, la uretra se encuentra incluida, o fusionada, en la pared vaginal anterior.

En su cara posterior, la vagina se relaciona principalmente con el recto.

En sentido inferior, se abre en el vestíbulo del periné inmediatamente posterior a la abertura externa de la uretra. A partir de su abertura externa (el **introito**), la vagina discurre en sentido posterosuperior a través de la membrana perineal y hacia la cavidad pélvica, donde se inserta mediante su pared anterior al borde circular del cuello del útero.

El **fórnix de la vagina** es el espacio formado entre el borde del cuello y la pared vaginal. Por su posición, el fórnix se subdivide en un fórnix posterior, un fórnix anterior y dos fórnices laterales (fig. 5.56A y v. fig. 5.54).

Por lo general el conducto vaginal está colapsado, de forma que la pared anterior contacta con la posterior. *Mediante un espéculo para abrir el conducto vaginal, el médico puede ver la parte inferior cupuliforme del cuello, los fórnices vaginales y el orificio externo del conducto cervical (fig. 5.56B).*

Durante las relaciones sexuales el semen se deposita en la cúpula vaginal. Los espermatozoides entran en el orificio externo del conducto cervical, que atraviesan hacia la cavidad uterina, por la que continúan hasta llegar a las trompas uterinas, donde se suele producir la fertilización, en la ampolla.

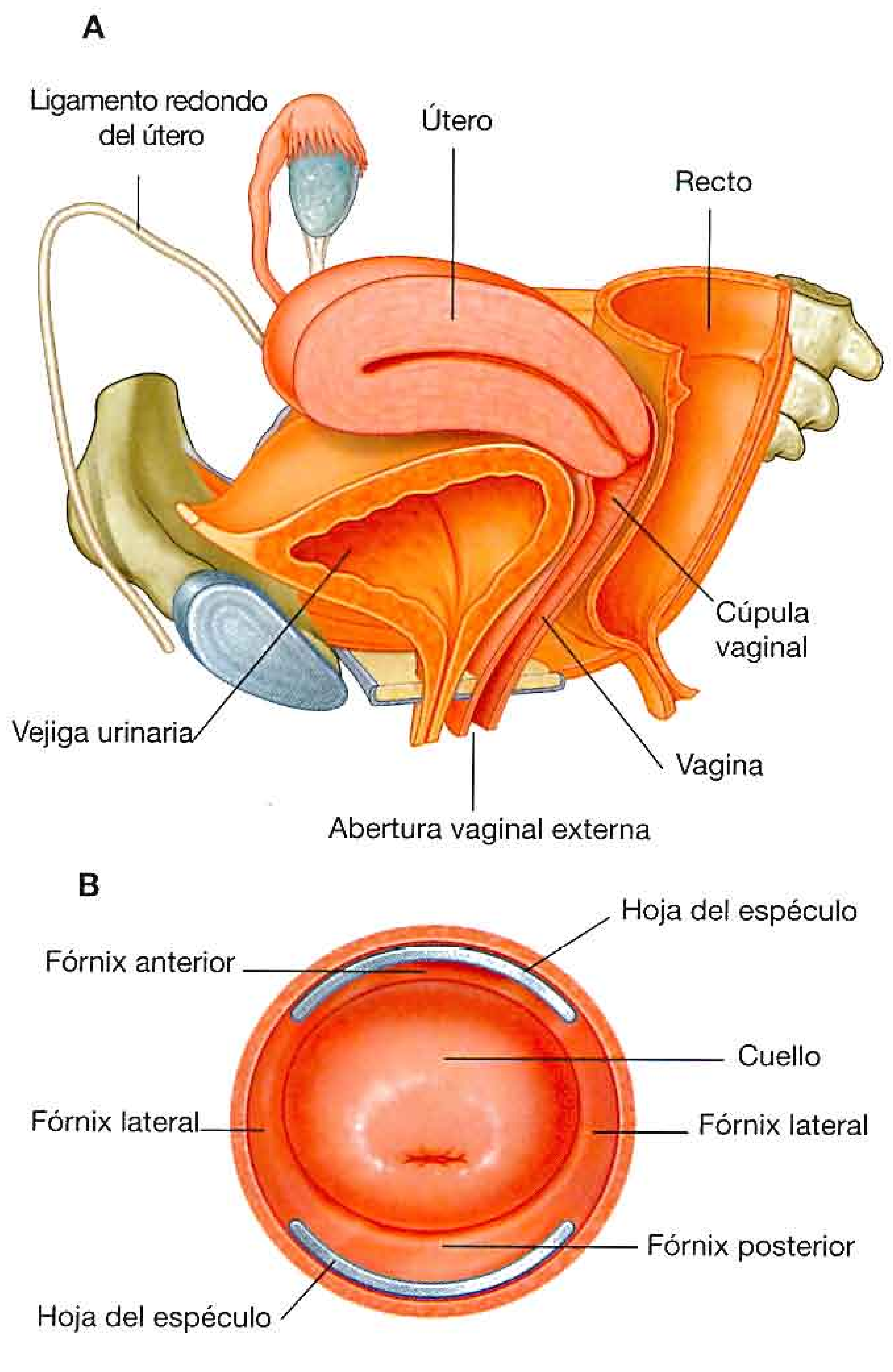


Fig. 5.56 Vagina. **A.** Se ha eliminado la mitad izquierda de la pelvis. **B.** Fornices y cuello vaginales, tal como se ven con el espéculo.

Fascias

La fascia de la cavidad pélvica recubre las paredes de la pelvis, rodea las bases de las vísceras pélvicas y forma vainas que rodean los vasos sanguíneos y nervios que discurren medialmente desde las paredes de la pelvis hasta alcanzar las vísceras de la línea media. Esta fascia pélvica es una continuación de la capa de tejido conjuntivo extraperitoneal del abdomen.

Fascias en la pelvis femenina

En las mujeres hay un **tabique rectovaginal** que separa la superficie posterior de la vagina del recto (fig. 5.57A). Las condensaciones de la fascia forman ligamentos que se extienden desde el cuello hasta las paredes anterior **(ligamento pubocervical)**, lateral (**ligamento transverso cervical** o **cardinal**) y posterior **(ligamento uterosacro)** de la pelvis. Parece que la función de estos ligamentos, junto con la membrana perineal, los músculos elevadores del ano y el centro tendinoso del periné, consiste en estabilizar el útero en la cavidad pélvica. Los más destacados de estos ligamentos son los **ligamentos cardinales,** que se extienden lateralmente a cada lado del cuello y de la cúpula vaginal hacia la pared correspondiente de la pelvis.

Fascias en la pelvis masculina

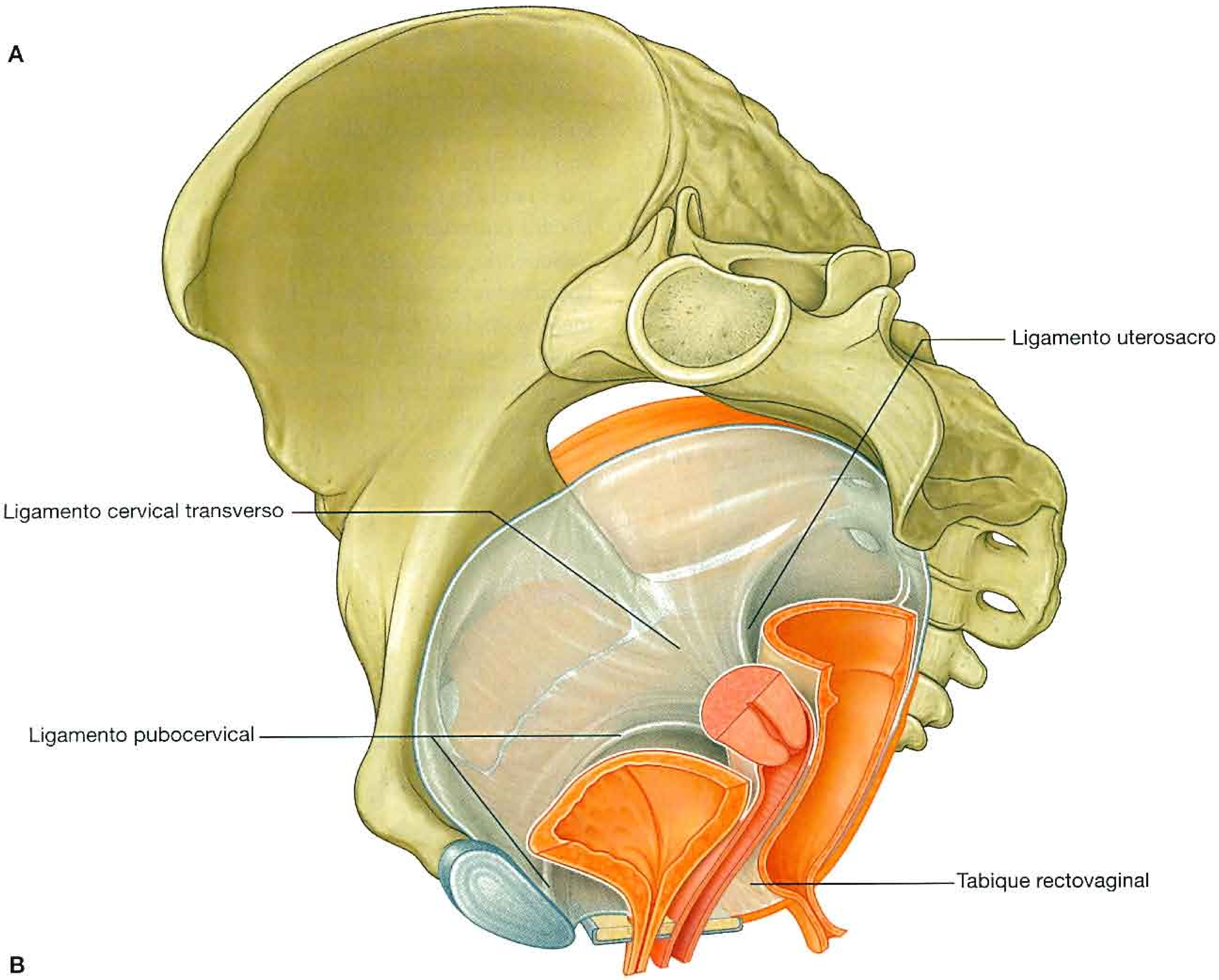
En los varones se forma una condensación de fascia alrededor de las regiones anterior y lateral de la próstata **(fascia prostática)** que contiene y rodea el plexo venoso prostático y continúa en sentido posterior con el **tabique rectovesical,** que separa la superficie posterior de la próstata y la base de la vejiga del recto (fig. 5.57B).

Peritoneo

El peritoneo de la pelvis se continúa en la abertura superior con el peritoneo del abdomen. En la pelvis, el peritoneo envuelve las vísceras pélvicas en la línea media, y forma:

- Recesos entre las vísceras adyacentes.
- Pliegues y ligamentos entre las vísceras y las paredes de la pelvis.

A



B

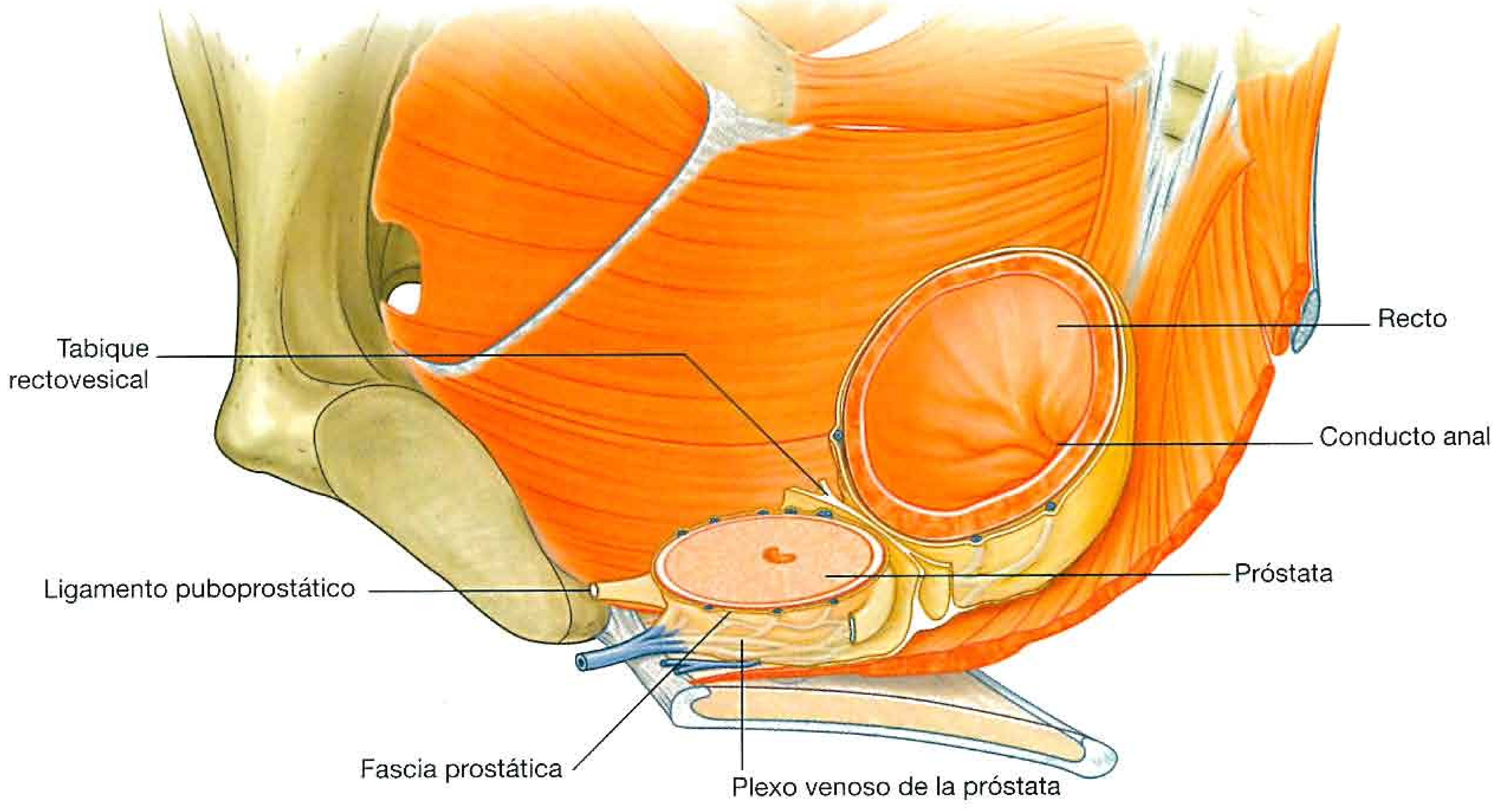


Fig. 5.57 Fascia de la pelvis. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

En sentido anterior, los pliegues umbilicales medio y mediales de peritoneo cubren los restos embrionarios del uraco y de las arterias umbilicales, respectivamente (fig. 5.58). Estos pliegues ascienden saliendo de la pelvis y penetrando en la pared abdominal anterior. En sentido posterior, el peritoneo envuelve las caras anterior y laterales del tercio superior del recto, pero cubre sólo la superficie anterior del tercio medio del recto; el tercio inferior queda al descubierto.

Peritoneo femenino

En las mujeres, el útero descansa entre la vejiga y el recto, y las trompas uterinas se extienden desde la cara superior del útero hacia las paredes laterales de la pelvis (fig. 5.58A). En consecuencia, se crea una excavación o fondo de saco **vesicouterino** poco profundo en la parte anterior entre la vejiga y el útero y una excavación o fondo de saco **rectouterino** profundo en la zona posterior entre el útero y el recto.

Además, hay otro gran pliegue de peritoneo, en cuyo borde superior queda englobada la trompa uterina (el ligamento ancho del útero), a cada lado del útero y se extiende hasta las paredes laterales de la pelvis. Cada ovario queda suspendido desde la cara posterior del ligamento ancho del útero mediante un mesoovario, que es en realidad un pliegue del ligamento ancho. Las arterias uterinas cruzan los uréteres en la base de los ligamentos anchos, dentro de los cuales quedan englobados el ligamento propio del ovario y el ligamento redondo del útero.

En la línea media, el peritoneo desciende sobre la superficie posterior del útero y el cuello y hacia la pared vaginal adyacente al fórnix vaginal posterior. Después, se refleja hacia

A

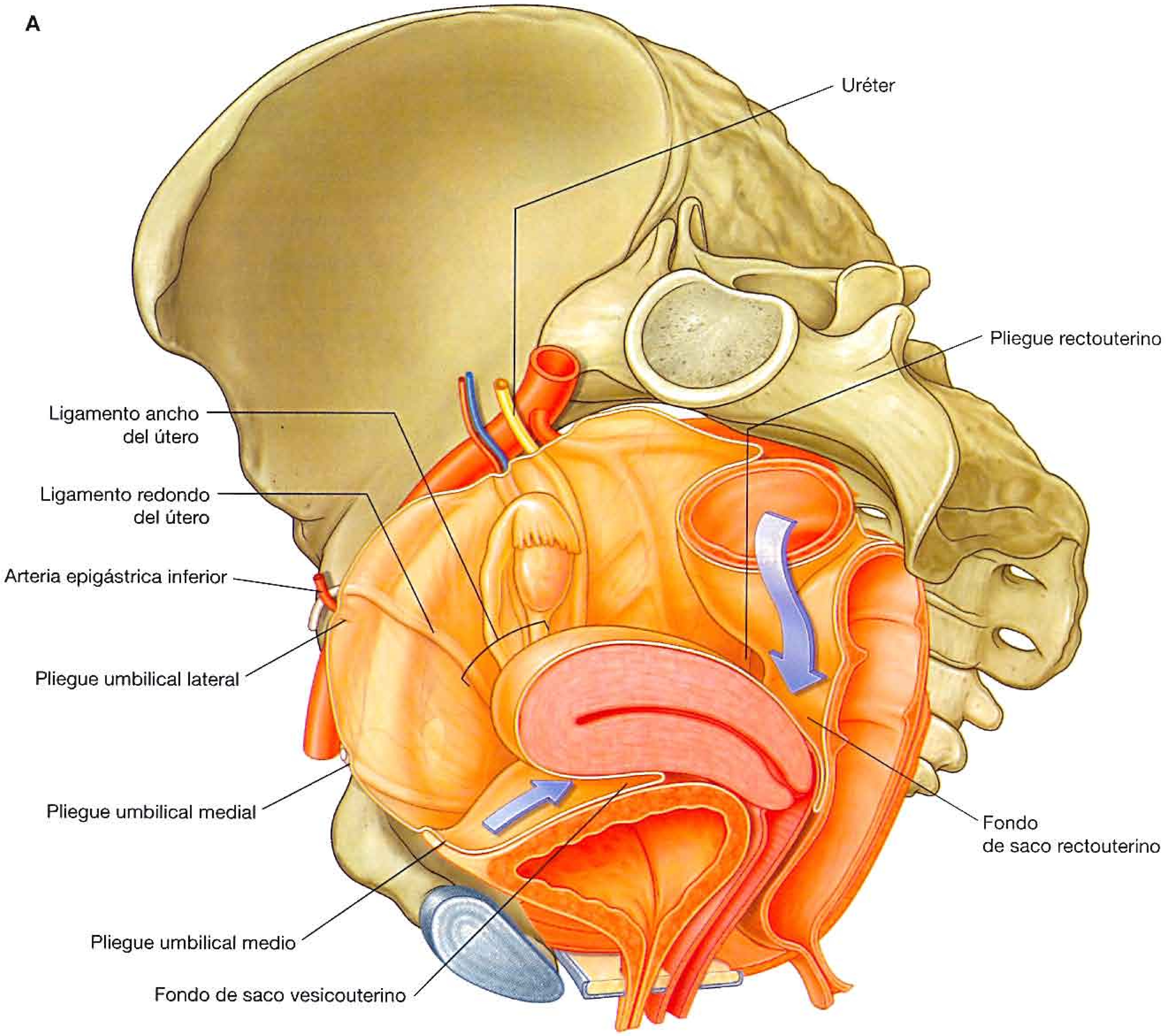


Fig. 5.58 El peritoneo en la pelvis. **A.** Mujeres.

Continúa

B

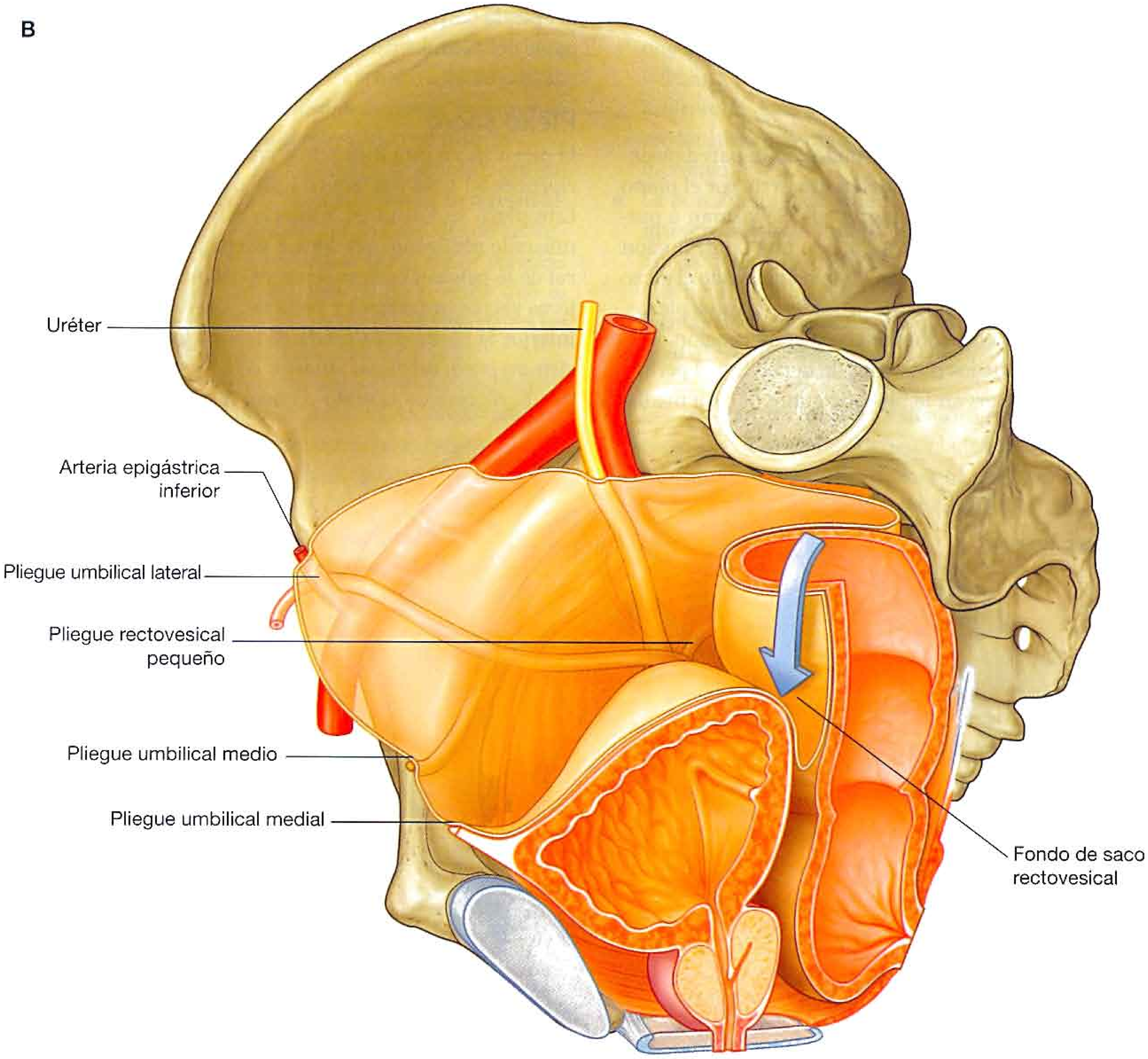


Fig. 5.58 ***(cont.)*** El peritoneo en la pelvis. **B.** Varones.

las paredes anterior y laterales del recto. El espacio peritoneal profundo que se forma entre la superficie anterior del recto y las superficies posteriores del útero, el cuello y vagina, es el fondo de saco rectouterino, cerca de cuya base, a cada lado, se crea una cresta de peritoneo en forma de hoz, el **pliegue rectouterino.** Los **pliegues rectouterinos** recubren los **ligamentos uterosacros,** que son condensaciones de la fascia pélvica que se extienden desde el cuello hacia las paredes posterolaterales de la pelvis.

Peritoneo masculino

En los varones, el peritoneo visceral recubre la parte superior de la vejiga en los polos superiores de las vesículas seminales y después se refleja en las superficies anterior y laterales del recto (fig. 5.58B). También se crea una **excavación o fondo de saco rectovesical** entre la vejiga y el recto.

Conceptos prácticos

Fondo de saco rectouterino

La excavación o fondo de saco rectouterino **(saco de Douglas)** es una región clínica fundamental que se sitúa entre el recto y el útero. Cuando la paciente se encuentra en posición supina, el fondo de saco rectouterino se localiza en la porción más baja de la cavidad abdominopélvica y es un lugar en el que se suelen acumular la infección y los líquidos. Es imposible palpar esta región a través de la pared abdominal, pero se puede examinar por palpación digital transvaginal y transrectal. Si se sospecha la existencia de un absceso, se puede drenar a través de la vagina o el recto sin necesidad de una cirugía transabdominal.

Nervios

Plexos somáticos

Plexos sacro y coccígeo

Los plexos sacro y coccígeo están situados en la pared posterolateral de la cavidad pélvica y suelen discurrir por el plano entre los músculos y los vasos sanguíneos. Se forman a partir de los ramos anteriores de S1 a Co, con una contribución significativa de L4 y L5, que entran en la pelvis desde el plexo lumbar (fig. 5.59). Los nervios que proceden de estos plexos, principalmente somáticos, contribuyen a la inervación de la extremidad inferior y de los músculos de la pelvis y el periné. Los ramos cutáneos inervan la piel que cubre la cara medial del pie, la cara posterior de la extremidad inferior y la mayor parte del periné.

Plexo sacro

El plexo sacro está formado a cada lado por los ramos anteriores de S1 a S4 y el tronco lumbosacro (L4 y L5) (fig. 5.60). Este plexo se forma en relación a la superficie anterior del músculo piriforme, que forma parte de la pared posterolateral de la pelvis. Los ramos sacros del plexo salen por los agujeros sacros anteriores y recorren lateralmente y en sentido inferior la pared de la pelvis. El tronco lumbosacro, que consiste en parte del ramo anterior de L4 y todo el ramo anterior de L5, recorre en sentido vertical la cavidad pélvica desde el

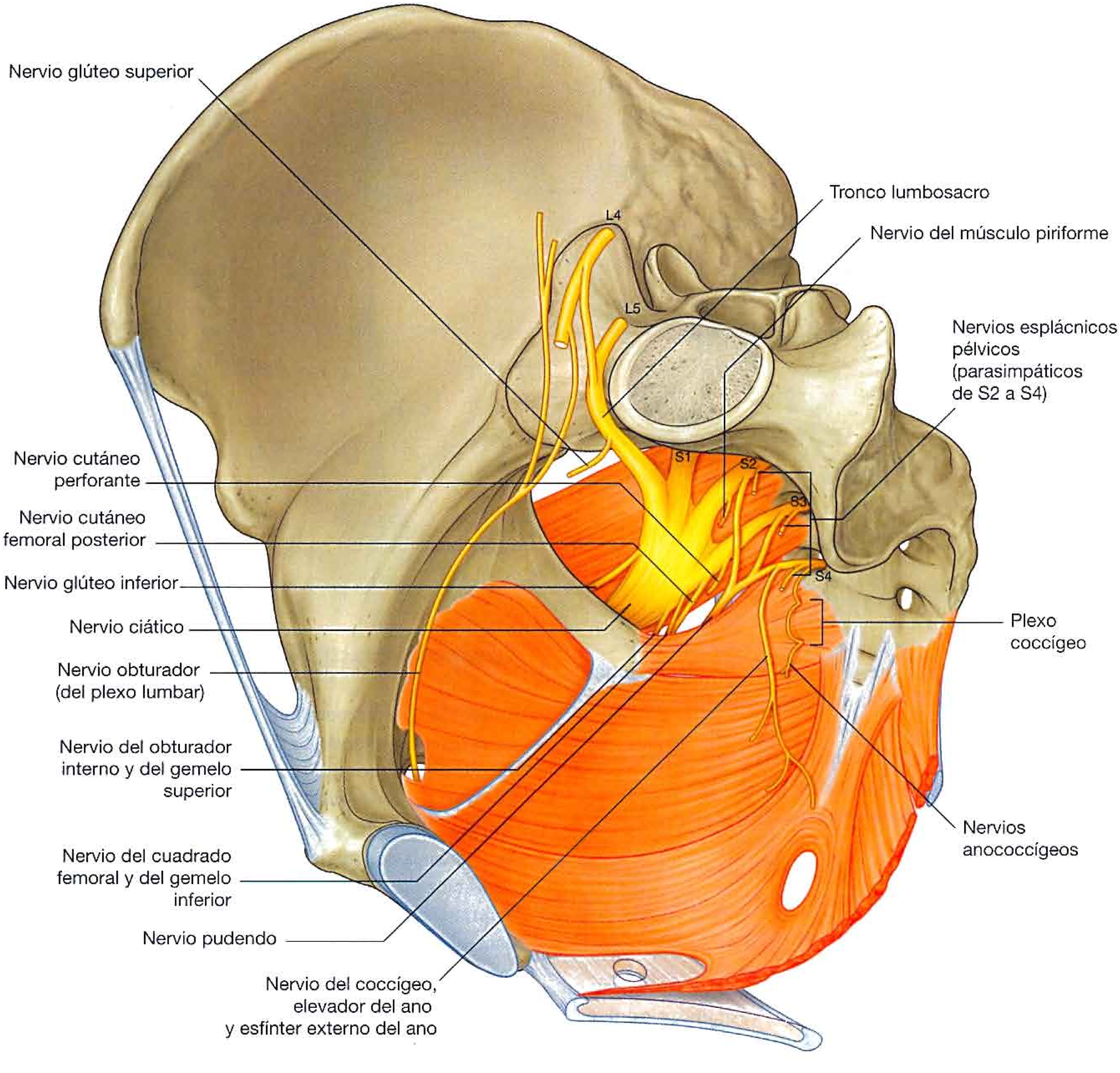


Fig. 5.59 Plexos sacro y coccígeo.

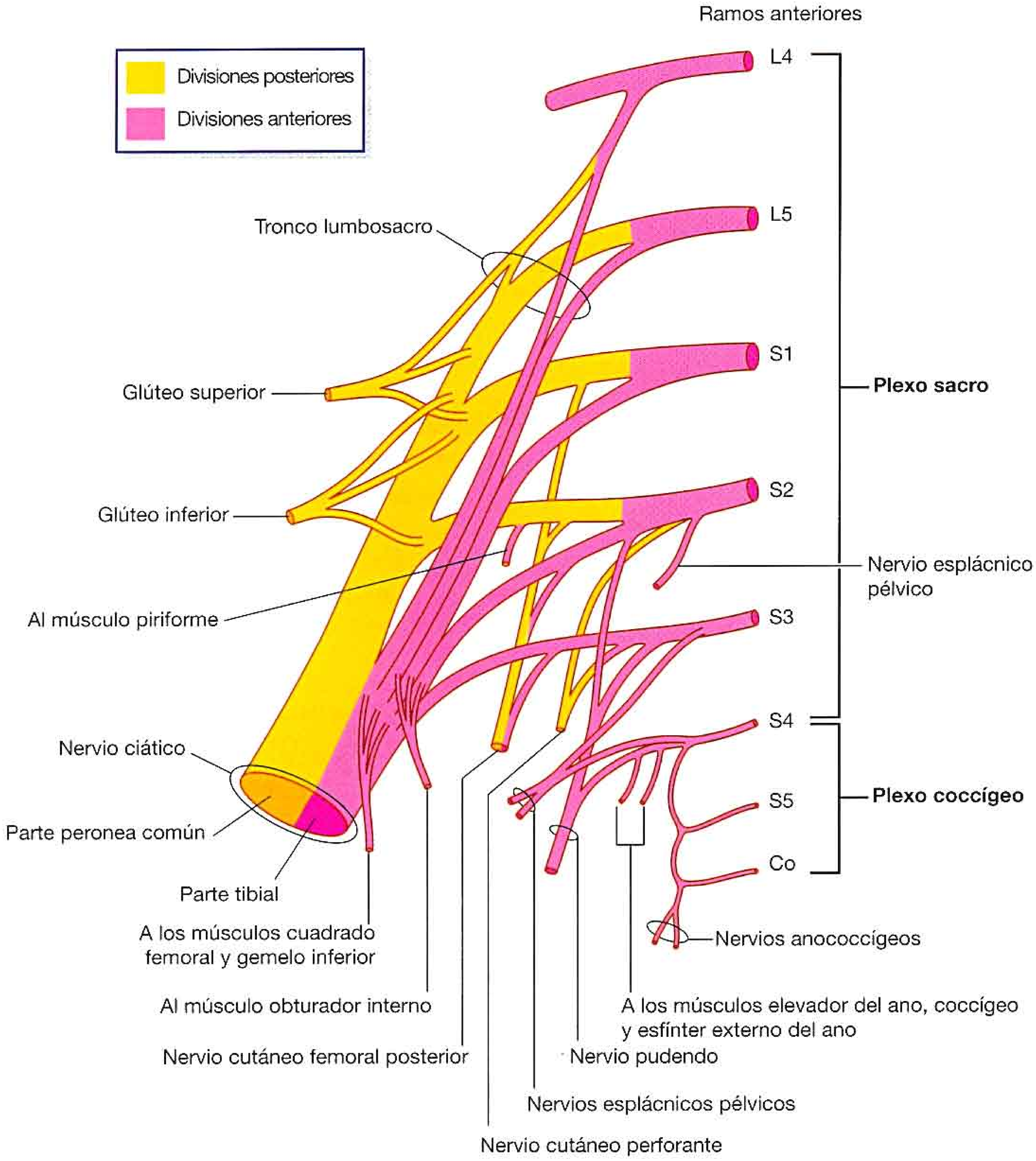


Fig. 5.60 Componentes y ramos de los plexos sacro y coccígeo.

abdomen y atraviesa inmediatamente por delante la articulación sacroilíaca.

Los ramos comunicantes grises que proceden de los ganglios del tronco simpático conectan con cada uno de los ramos anteriores y transportan las fibras simpáticas posganglionares destinadas a llegar a la periferia en los nervios somáticos (fig. 5.61). Además, los nervios viscerales especiales **(nervios esplácnicos pélvicos)** que se originan de S2 a S4 llevan fibras parasimpáticas preganglionares hacia la porción pélvica del plexo prevertebral (fig. 5.62).

Cada ramo anterior tiene divisiones anteriores y posteriores que se combinan con divisiones similares de los demás niveles para formar los nervios terminales (v. fig. 5.60). Los ramos anteriores de S4 sólo contienen la división anterior.

Los ramos del plexo sacro incluyen el nervio ciático y los nervios glúteos, que son los nervios principales de la extremidad inferior, y el nervio pudendo, que es el nervio del periné (tabla 5.4). Hay numerosos ramos más pequeños que inervan la pared y el suelo de la pelvis, así como la extremidad inferior.

La mayoría de los nervios que se originan en el plexo sacro abandonan la cavidad pélvica por el agujero ciático mayor bajo el músculo piriforme y entran en la región glútea de la extremidad inferior. Otros abandonan la cavidad pélvica utilizando distintas rutas; algunos no la abandonan y se dirigen directamente hacia los músculos de la cavidad pélvica. Por último, dos nervios que abandonan dicha cavidad a través del agujero ciático mayor rodean la espina isquiática y el ligamento sacroespinoso y atraviesan medialmente el agujero ciático menor para inervar estructuras del periné y de la pared lateral de la pelvis.

Tabla 5-4 Ramos de los plexos sacro y coccígeo (los segmentos medulares entre paréntesis no siempre participan)

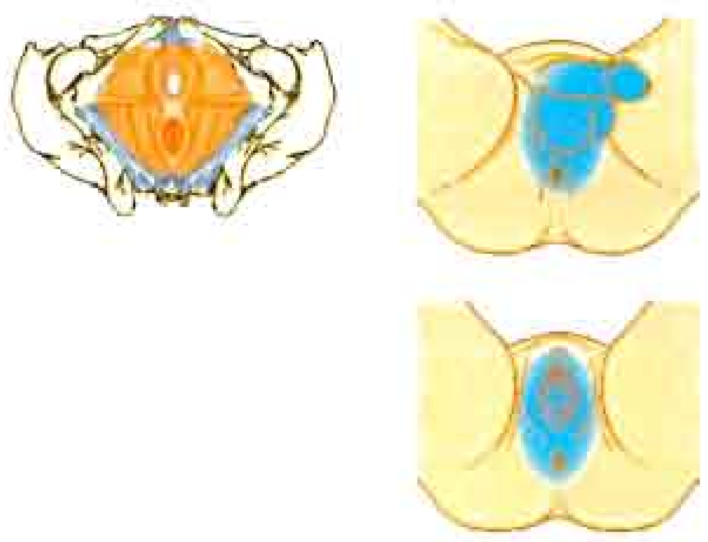
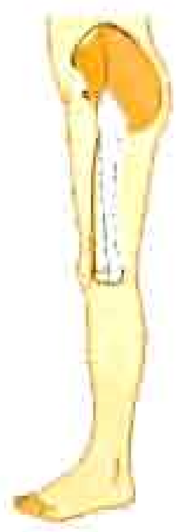
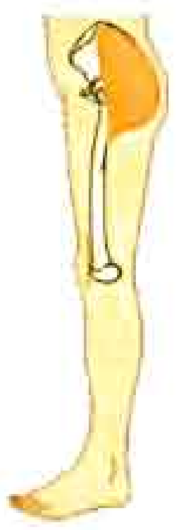
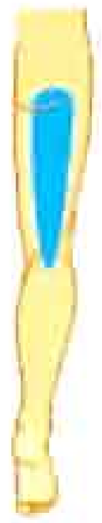
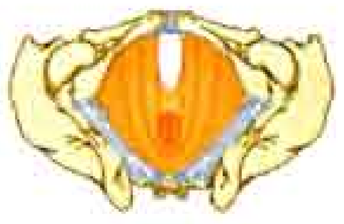
Ramo	Segmentos medulares	
PLEXO SACRO		
Ciático Tibial 	L4 a S3	**Función motora** Todos los músculos del compartimento posterior o isquiotibial del muslo (incluida la parte isquiotibial del aductor mayor), excepto la cabeza corta del bíceps Todos los músculos del compartimento posterior de la pierna Todos los músculos de la planta del pie **Función sensitiva (cutánea)** Piel de las superficies posterolateral y medial del pie y la planta
Peroneo común 	L4 a S2	**Función motora** Cabeza corta del bíceps en el compartimento posterior del muslo Todos los músculos de los compartimentos anterior y lateral de la pierna Extensor corto de los dedos (también contribuye a la inervación del primer músculo interóseo dorsal) **Función sensitiva (cutánea)** Piel de las superficies anterolateral de la pierna y dorsal del pie
Pudendo 	S2 a S4	**Función motora** Músculos esqueléticos del periné, incluidos los esfínteres externos del ano y de la uretra y el elevador del ano (ramos de la división anterior de S4 se solapan en la inervación del esfínter externo y del elevador del ano) **Función sensitiva (cutánea)** La mayor parte de la piel del periné. Pene y clítoris
Glúteo superior 	L4 a S1	**Función motora** Glúteo medio, glúteo menor y tensor de la fascia lata
Glúteo inferior 	L5 a S2	**Función motora** Glúteo mayor
Nervio del obturador interno y del gemelo superior 	L5 a S2	**Función motora** Obturador interno y gemelo superior

Tabla 5-4 Ramos de los plexos sacro y coccígeo (los segmentos medulares entre paréntesis no siempre participan) *(cont.)*

Ramo		
PLEXO SACRO *(cont.)* **Nervio del cuadrado femoral y del gemelo inferior** 	**Segmentos medulares** L4 a S1	**Función motora** Cuadrado femoral y gemelo inferior
Cutáneo femoral posterior 	S1-S3	**Función sensitiva (cutánea)** Piel de la cara posterior del muslo
Cutáneo perforante 	S2, S3	**Función sensitiva (cutánea)** Piel sobre el pliegue glúteo (se solapa con el cutáneo femoral posterior)
Nervio del piriforme 	S(1), S2	**Función motora** Músculo piriforme
Nervios del elevador del ano, del coccígeo y del esfínter externo del ano 	S4	**Función motora** Elevador del ano, coccígeo y esfínter externo del ano (se solapa con el pudendo) **Función sensitiva (cutánea)** (Pequeña zona de piel entre el ano y el cóccix)
Nervios esplácnicos pélvicos	S2, S3 (4)	**Función motora (visceral)** Motor visceral (parasimpático preganglionar) a la parte pélvica del plexo prevertebral Estimula la erección, modula la movilidad en el aparato digestivo distal a la flexura cólica izquierda, inhibidor del esfínter interno de la uretra **Función sensitiva (visceral)** Aferentes viscerales de vísceras pélvicas y parte distal del colon. Dolor del cuello uterino y posiblemente de la vejiga y la uretra proximal
PLEXO SACRO **Nervios anococcígeos** 	S4 a Co	**Función sensitiva (cutánea)** Piel perianal

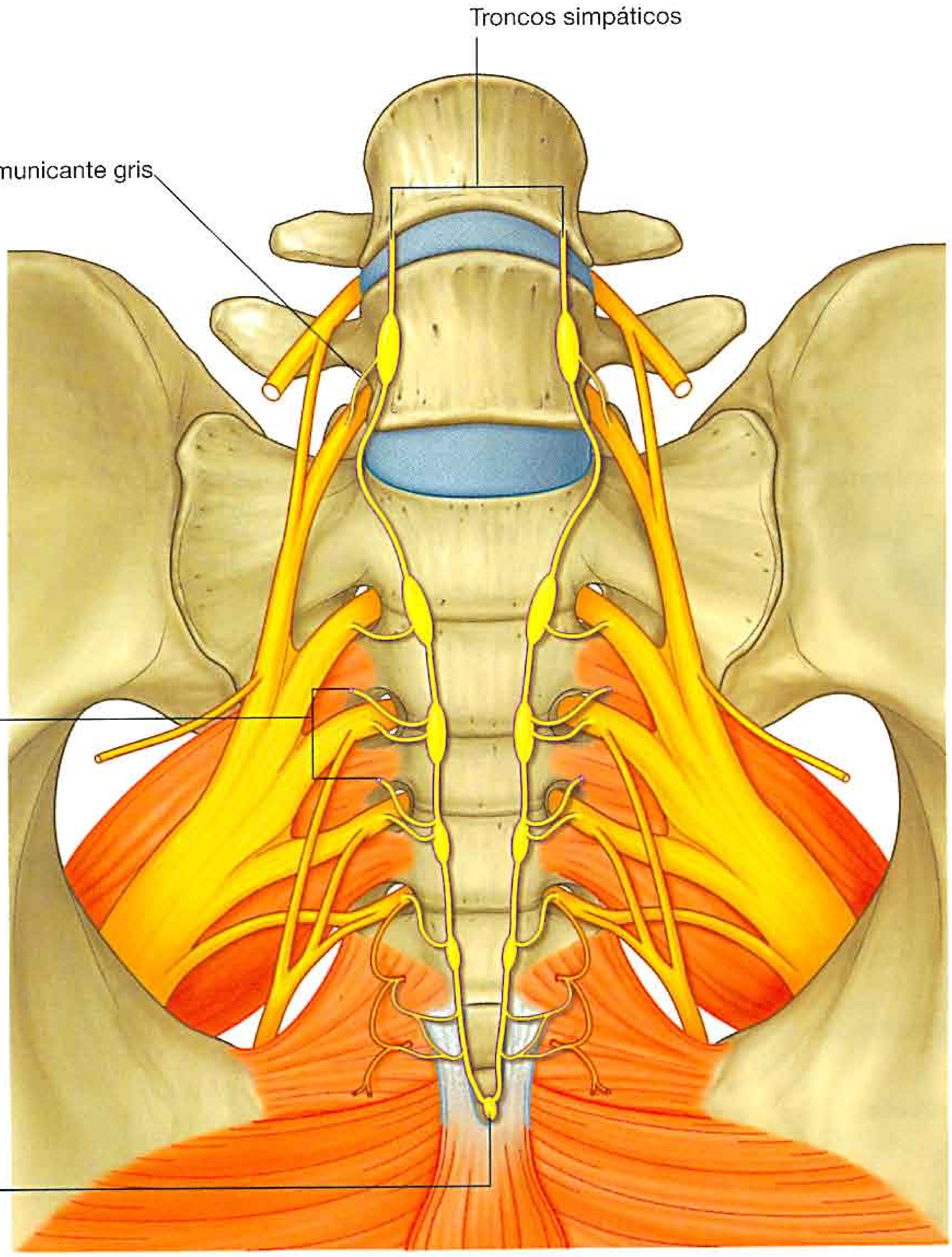


Fig. 5.61 Troncos simpáticos en la pelvis.

Nervio ciático

El **nervio ciático** es el mayor nervio del cuerpo y contiene ramos de L4 a S3 (figs. 5.59 y 5.60). Este nervio:

- Se forma en la superficie anterior del músculo piriforme, por debajo del cual abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor.
- Atraviesa la región glútea hacia el muslo, donde se divide en sus dos ramos principales: el nervio peroneo común y el nervio tibial. Las divisiones posteriores de L4, L5, S1 y S2 discurren en la parte peronea común del nervio y las divisiones anteriores de L4, L5, S1, S2 y S3 lo hacen en la parte tibial.
- Inerva los músculos del compartimento posterior del muslo y los músculos de la pierna y el pie.
- Transporta las fibras sensitivas cutáneas del pie y de la parte lateral de la pierna.

Nervio pudendo

El **nervio pudendo** se forma por delante de la porción inferior del músculo piriforme a partir de las divisiones anteriores de S2 a S4 (figs. 5.59 y 5.60). Este nervio:

- Abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor, por debajo del músculo piriforme, y penetra en la región glútea.
- Discurre hacia el periné rodeando inmediatamente el ligamento sacroespinoso, donde este ligamento se une a la espina isquiática, y atraviesa el agujero ciático menor (por donde el nervio abandona la cavidad pélvica,

Conceptos prácticos

Bloqueo del nervio pudendo

La anestesia por bloqueo del nervio pudendo se realiza para aliviar el dolor del parto. La inyección se administra habitualmente en el punto donde el nervio pudendo cruza la cara lateral del ligamento sacroespinoso, cerca de su inserción en la espina isquiática. Durante el parto, se puede palpar la espina isquiática introduciendo un dedo en la vagina.
La aguja se inserta a través de la piel hasta la cara medial de la espina isquiática y alrededor del ligamento sacroespinoso. Se realiza la infiltración y se anestesia el periné.

rodeando la inserción periférica del suelo pélvico y entrando en el periné).

- Se acompaña durante todo su trayecto de los vasos pudendos internos.
- Inerva la piel y los músculos esqueléticos del periné, incluidos los esfínteres externos del ano y de la uretra.

Otros ramos del plexo sacro

Otros ramos del plexo sacro son:

- Los ramos motores de los músculos de la región glútea, la pared de la pelvis y el suelo pélvico (nervios glúteos superior e inferior, nervio del obturador interno y gemelo superior, nervio del cuadrado femoral y del gemelo inferior, nervio del piriforme y nervios del elevador del ano).
- Nervios sensitivos para la piel que recubre la región glútea inferior y las caras posteriores del muslo y parte alta de la pierna (nervio cutáneo perforante y **nervio cutáneo femoral posterior**) (figs. 5.59 y 5.60).

El **nervio glúteo superior**, formado por ramos procedentes de las divisiones posteriores de L4 a S1, abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme e inerva los músculos de la región glútea: **glúteo medio**, **glúteo menor** y **tensor de la fascia lata**.

El **nervio glúteo inferior**, formado por ramos de las divisiones posteriores de L5 a S2, abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme e inerva el **glúteo mayor**, el músculo más grande de la región glútea.

Los nervios glúteos superior e inferior se acompañan de sus arterias correspondientes.

El **nervio del obturador interno** y del **gemelo superior** correspondiente se origina en las divisiones anteriores de L5 a S2 y abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme. Al igual que el nervio pudendo, rodea la espina isquiática y atraviesa el agujero ciático menor para entrar en el periné e inervar el músculo obturador interno desde la cara medial del músculo, por debajo de la inserción del músculo elevador del ano.

El **nervio del cuadrado femoral** y del **gemelo inferior**, así como el **nervio cutáneo femoral posterior** también abandonan la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y se dirigen hacia los músculos y la piel, respectivamente, en la extremidad inferior.

A diferencia de la mayoría de los demás nervios originados en el plexo sacro, que abandonan la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por encima o por debajo del músculo piriforme, el **nervio cutáneo perforante** abandona la cavidad pélvica penetrando directamente a través del ligamento sacrotuberoso y a continuación se dirige a la piel por encima de la cara inferior de las nalgas.

El **nervio del músculo piriforme** y varios nervios pequeños del elevador del ano y de los músculos coccígeos se originan en el plexo sacro y entran directamente en sus músculos sin abandonar la cavidad pélvica.

El **nervio obturador** (L2 a L4) es un ramo del plexo lumbar. Desciende a lo largo de la pared abdominal posterior en el músculo psoas, emerge de la superficie medial de éste, pasa en posición posterior a la arteria ilíaca común y medialmente a la arteria ilíaca interna en la abertura superior de la pelvis, y después discurre a lo largo de la pared lateral de la pelvis. Abandona la cavidad pélvica recorriendo el conducto obturador e inerva la región aductora del muslo.

Plexo coccígeo

El pequeño plexo coccígeo recibe pocos ramos de S4 y lo forman principalmente los ramos anteriores de S5 y Co, que se originan por debajo del suelo pélvico. Penetran en el músculo coccígeo para entrar en la cavidad pélvica y se unen al ramo anterior de S4 para formar un solo tronco, a partir del cual se originan los pequeños **nervios anococcígeos** (tabla 5.4). Estos nervios penetran en el músculo y en los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso que lo recubren y llegan a la superficie para inervar la piel del triángulo anal del periné.

Plexos viscerales

Cadena simpática paravertebral

La porción paravertebral del sistema nervioso visceral está representada en la pelvis por los extremos inferiores de los troncos simpáticos (fig. 5.61). Cada tronco entra en la cavidad pélvica desde el abdomen pasando por encima del ala del sacro medialmente a los troncos lumbosacros y en posición posterior a los vasos ilíacos. Los troncos descienden a lo largo de la superficie

anterior del sacro, donde se ubican medialmente a los agujeros sacros anteriores. Hay cuatro ganglios en cada tronco. En la cara anterior del cóccix los dos troncos se unen para formar un único ganglio terminal pequeño (el **ganglio impar**).

La principal función de los troncos simpáticos en la pelvis es conducir las fibras simpáticas posganglionares hacia los ramos anteriores de los nervios sacros para distribuirlos por la periferia, sobre todo a segmentos de la extremidad inferior y el periné. Para ello se utilizan ramos comunicantes grises, que conectan los troncos con los ramos sacros anteriores.

Además de estos ramos comunicantes grises, hay otros ramos **(nervios esplácnicos sacros)** que se unen y contribuyen a la porción pélvica del plexo prevertebral, inervando las vísceras pélvicas.

Extensiones pélvicas del plexo prevertebral

Las porciones pélvicas del plexo prevertebral transportan las fibras aferentes simpáticas, parasimpáticas y viscerales (fig. 5.62A). Las porciones pélvicas del plexo se encargan de inervar las vísceras pélvicas y los tejidos eréctiles del periné.

El plexo prevertebral entra en la pelvis en forma de dos **nervios hipogástricos**, uno a cada lado, que cruzan la abertura superior medialmente a los vasos ilíacos internos. Los nervios hipogástricos se forman mediante la separación de las fibras del **plexo hipogástrico superior** en los ramos izquierdo y derecho. El plexo hipogástrico superior se sitúa

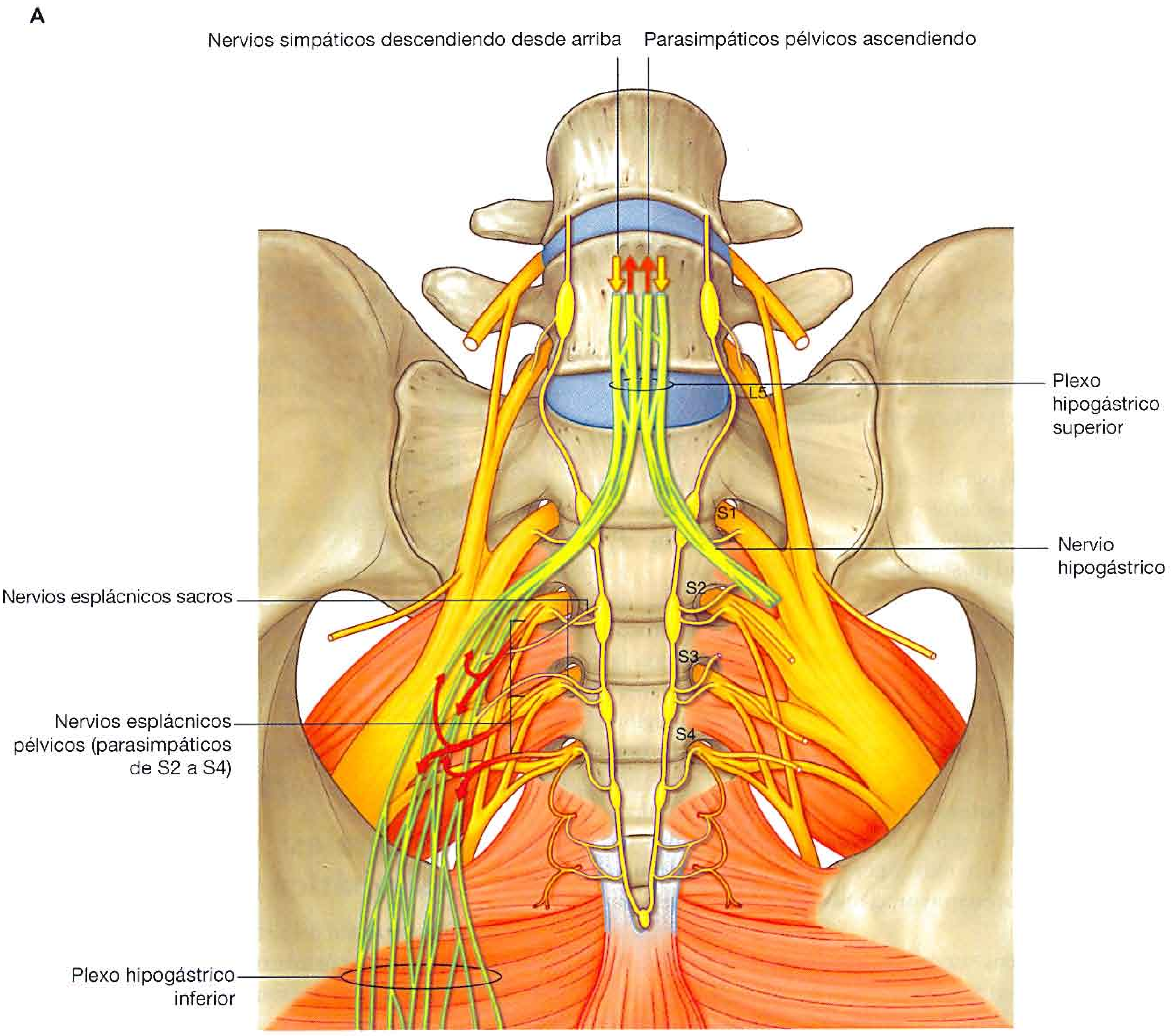


Fig. 5.62 Extensiones pélvicas del plexo prevertebral. **A.** Vista anterior.

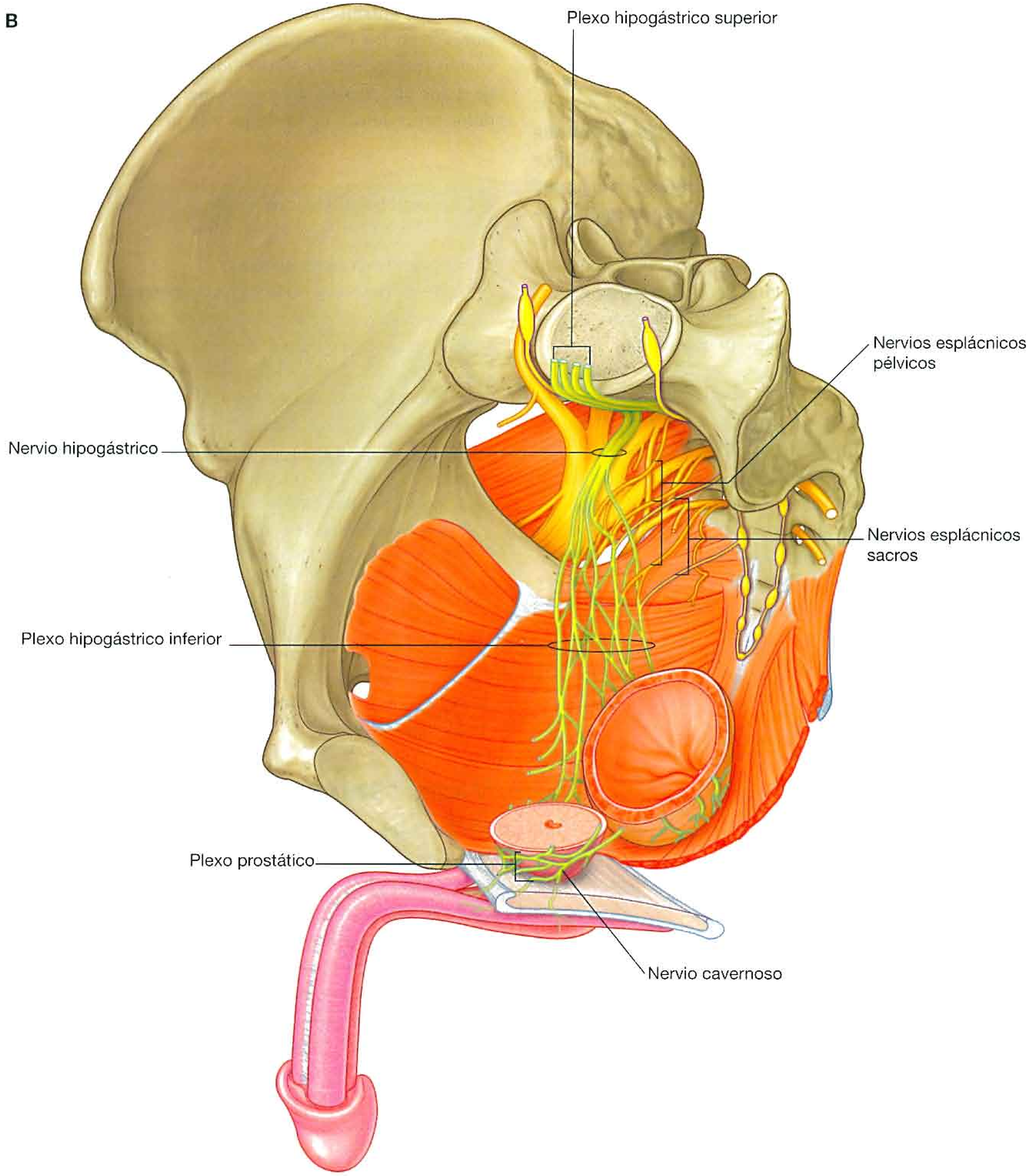


Fig. 5.62 ***(cont.)*** Extensiones pélvicas del plexo prevertebral. **B.** Vista anteromedial del lado derecho del plexo.

por delante de la vértebra L5 entre el promontorio del sacro y la bifurcación de la aorta.

Cuando los nervios hipogástricos se unen con los nervios esplácnicos pélvicos que transportan las fibras parasimpáticas preganglionares de S2 a S4 se forman los **plexos pélvicos (plexos hipogástricos inferiores)** (fig. 5.62). Los plexos hipogástricos inferiores, uno a cada lado, discurren en sentido inferior rodeando las paredes de la pelvis, medialmente a los vasos mayores y los nervios somáticos. Dan origen a los siguientes plexos secundarios, que inervan las vísceras pélvicas:

- El **plexo rectal.**
- El **plexo uterovaginal.**
- El **plexo prostático.**
- El **plexo vesical.**

Los ramos terminales de los plexos hipogástricos inferiores penetran y atraviesan el espacio perineal profundo e inervan los tejidos eréctiles del pene y del clítoris en el periné (fig. 5.62B). En los varones, estos nervios, denominados **nervios de los cuerpos cavernosos del pene,** son extensiones del plexo prostático. El patrón de distribución de los nervios homólogos en las mujeres (**nervios de los cuerpos cavernosos del clítoris**) no está totalmente definido, pero es probable que sean extensiones del plexo uterovaginal.

Fibras simpáticas

Las fibras simpáticas entran en los plexos hipogástricos inferiores, procedentes de los nervios hipogástricos y de los ramos (nervios esplácnicos sacros) de las porciones sacras superiores de los troncos simpáticos (fig. 5.62). En último término, estos nervios derivan de las fibras preganglionares que abandonan la médula por las raíces anteriores, principalmente de T10 a L2. Estas fibras:

- Inervan los vasos sanguíneos.
- Provocan la contracción del músculo liso en el esfínter interno de la uretra en los varones y en el esfínter interno del ano tanto en varones como en mujeres.
- Causan la contracción del músculo liso asociado con el aparato reproductor y las glándulas accesorias del mismo.
- Son esenciales para trasladar las secreciones del epidídimo y glándulas relacionadas hacia la uretra para formar el semen durante la eyaculación.

Fibras parasimpáticas

Las fibras parasimpáticas entran en el plexo pélvico en los nervios esplácnicos pélvicos que se originan en los niveles medulares S2 a S4 (fig. 5.62A). Estas fibras:

- Suelen tener efecto vasodilatador.
- Estimulan la contracción vesical.
- Estimulan la erección.
- Modulan la actividad del sistema nervioso entérico del colon distal a la flexura cólica izquierda (además de las vísceras pélvicas, algunas de las fibras que proceden del plexo pélvico discurren por la cara superior del plexo prevertebral, o como nervios independientes, y entran en el plexo mesentérico inferior del abdomen).

Fibras aferentes viscerales

Las fibras aferentes siguen el trayecto de las fibras simpáticas y parasimpáticas hacia la médula espinal. Las fibras aferentes que entran en la médula en los niveles torácicos inferiores y en los niveles lumbares con las fibras simpáticas suelen transportar la sensibilidad dolorosa, pero las fibras de dolor que vienen del cuello uterino y algunas fibras de dolor procedentes de la vejiga y la uretra pueden acompañar a los nervios parasimpáticos hacia los niveles sacros de la médula espinal.

Conceptos prácticos

Prostatectomía e impotencia

Puede ser necesario realizar una cirugía radical para curar el cáncer de próstata. Para ello, es necesario extirpar en bloque la próstata y sus inserciones que rodean la base de la vejiga, incluidas las vesículas seminales. Los elementos del plexo hipogástrico inferior dan lugar en esta región a los nervios que inervan los tejidos eréctiles del pene, por lo que puede aparecer impotencia si los nervios no se pueden preservar durante la prostatectomía.

Por las mismas razones, las mujeres pueden tener una disfunción sexual si se dañan los mismos nervios durante la cirugía pélvica, por ejemplo durante una histerectomía total.

Vasos sanguíneos

Arterias

La arteria principal de la pelvis y el periné es la arteria ilíaca interna de cada lado (fig. 5.63). Además de irrigar la mayoría de las vísceras pélvicas, las paredes y el suelo de la pelvis y las estructuras del periné, incluidos los tejidos eréctiles del clítoris y el pene, esta arteria da lugar a ramas que discurren paralelas a los nervios hacia la región glútea de la extremidad inferior. Otros vasos que se originan en el abdomen y que contribuyen a irrigar las estructuras pélvicas son la arteria sacra media y, en las mujeres, las arterias ováricas.

Arteria ilíaca interna

La arteria ilíaca interna se origina en la arteria ilíaca común de cada lado, aproximadamente a la altura del disco intervertebral entre L5 y S1, y se sitúa en la cara anteromedial de la articulación sacroilíaca (fig. 5.63). El vaso desciende a continuación sobre la abertura superior de la pelvis y se divide en los troncos anterior y posterior a la altura del borde superior del agujero ciático mayor. Las ramas del tronco posterior contribuyen a irrigar la parte inferior de la pared abdominal posterior, la pared posterior de la pelvis y la región glútea. Las ramas del tronco anterior irrigan las vísceras pélvicas, el pe-

riné, la región glútea, la región aductora del muslo y, en el feto, la placenta.

Tronco posterior

Las ramas del tronco posterior de la arteria ilíaca interna son la arteria iliolumbar, la sacra lateral y la glútea superior (fig. 5.63):

- La **arteria iliolumbar** asciende lateralmente saliendo hacia atrás de la abertura superior y se divide en una rama lumbar y una rama ilíaca. La rama lumbar contribuye a la irrigación de la pared abdominal posterior, los músculos psoas y cuadrado lumbar y origina una pequeña rama espinal que atraviesa el agujero intervertebral entre L5 y S1. La rama ilíaca pasa lateralmente hacia la fosa ilíaca para irrigar los músculos y huesos de la zona.
- Las **arterias sacras laterales,** habitualmente dos, se originan de la división posterior de la arteria ilíaca interna y discurren medialmente y en sentido inferior a lo largo de la pared posterior de la pelvis. Dan origen a ramas que se introducen en los agujeros sacros anteriores para irrigar los huesos y tejidos blandos relacionados, las estructuras del conducto vertebral (sacro), así como la piel y los músculos posteriores al sacro.
- La **arteria glútea superior** es la rama más grande de la arteria ilíaca interna y es la continuación terminal del tronco posterior. Discurre en sentido posterior, habitualmente entre el tronco lumbosacro y el ramo anterior de S1. Deja la cavidad pélvica atravesando el agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme

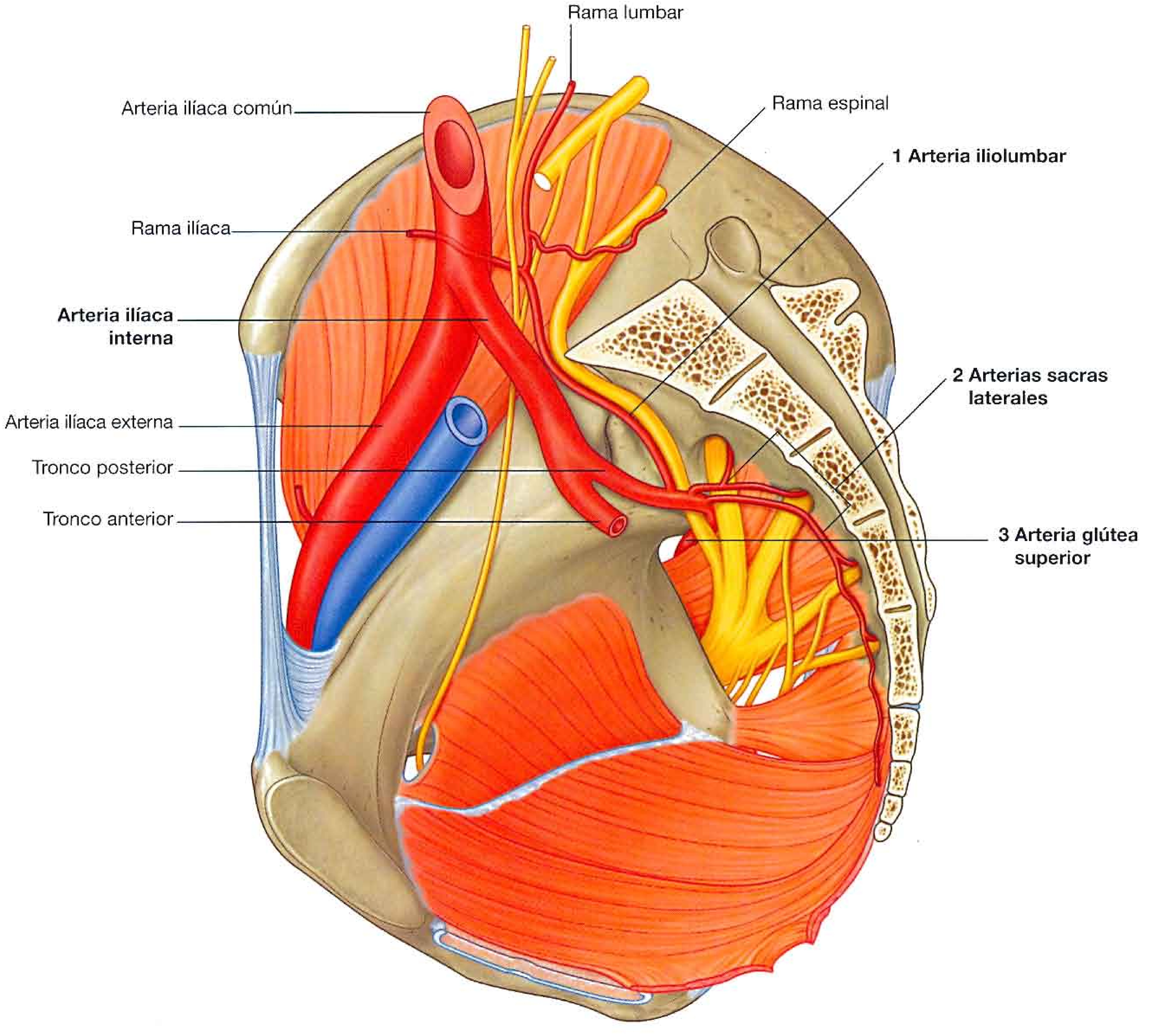


Fig. 5.63 Ramas del tronco posterior de la arteria ilíaca interna.

y entra en la región glútea de la extremidad inferior. Este vaso contribuye de forma especial a la irrigación de los músculos y la piel de la región glútea, y también proporciona ramas para los músculos y huesos adyacentes de las paredes de la pelvis.

Tronco anterior

Las ramas del tronco anterior de la arteria ilíaca interna son las arterias vesical superior, umbilical, vesical inferior, rectal media, uterina, vaginal, obturatriz, pudenda interna y glútea inferior (fig. 5.64).

- La primera rama del tronco anterior es la **arteria umbilical**, que da origen a la arteria vesical superior y después se dirige hacia delante, justo por debajo del borde de la abertura superior de la pelvis. En sentido anterior, el vaso abandona la cavidad pélvica y asciende sobre la cara interna de la pared abdominal anterior para llegar al ombligo. En el feto, la arteria umbilical es grande y transporta la sangre desde el feto hacia la placenta. Después del nacimiento, el vaso se cierra distalmente al origen de la arteria vesical superior y, finalmente, se convierte en un cordón fibroso sólido. En la pared abdominal anterior, el cordón levanta un pliegue de peritoneo denominado **pliegue umbilical medial.** El resto fibroso de la arteria umbilical forma por sí mismo el **ligamento umbilical medial.**
- La **arteria vesical superior** suele originarse en la raíz de la arteria umbilical y discurre medialmente y en sentido inferior para irrigar la cara superior de la vejiga y las porciones distales del uréter. En los varones también

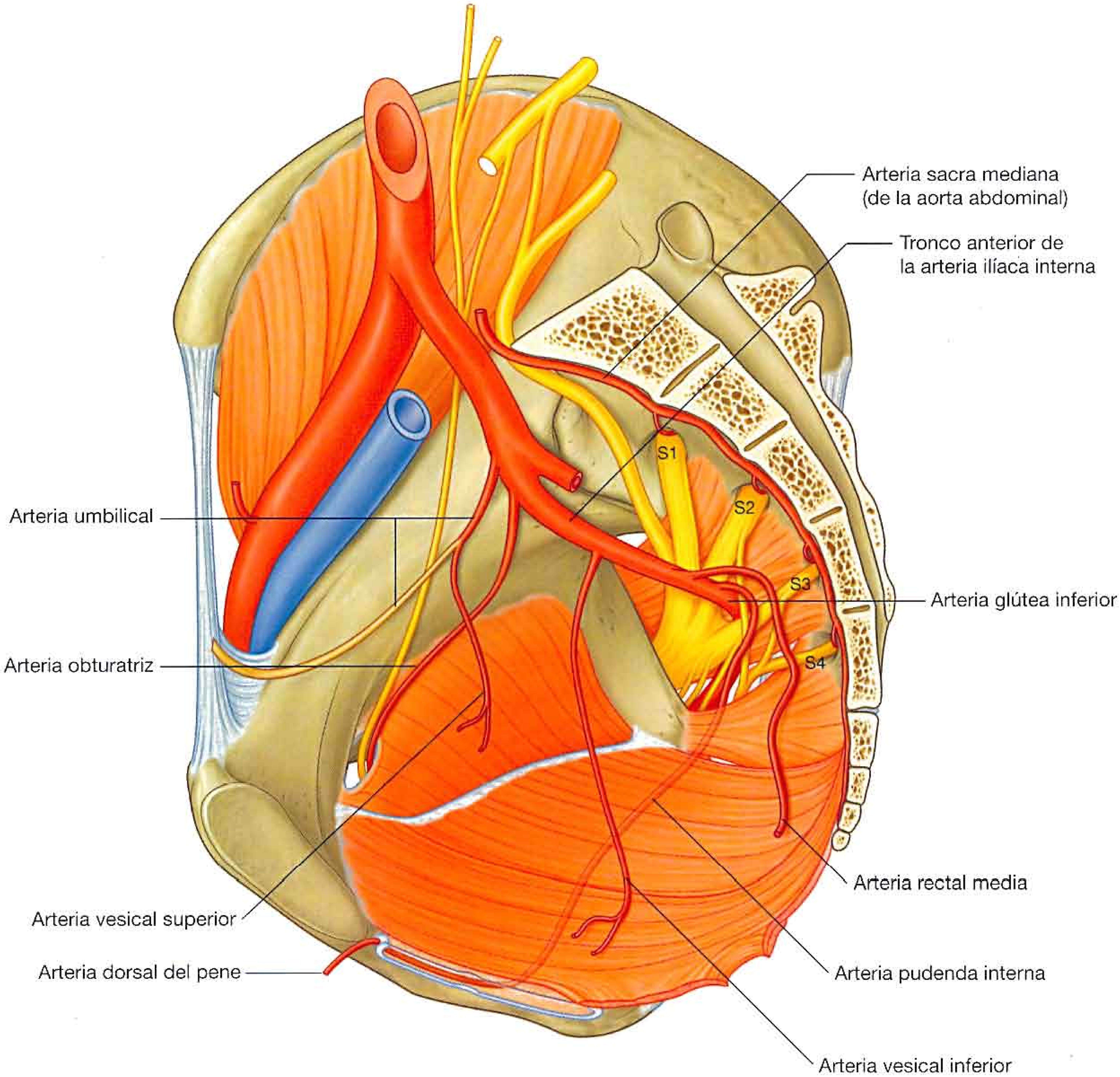


Fig. 5.64 Ramas del tronco anterior de la arteria ilíaca interna.

puede dar origen a una arteria que irriga el conducto deferente.

- La **arteria vesical inferior** está presente en los varones y origina las ramas que irrigan la vejiga, el uréter, la vesícula seminal y la próstata. La **arteria vaginal** es su equivalente en las mujeres y, en su descenso hasta la vagina, proporciona ramas para la vagina y las partes adyacentes de la vejiga y el recto.
- La **arteria rectal media** discurre medialmente para irrigar el recto. Se anastomosa con la arteria rectal superior, que se origina en la arteria mesentérica inferior en el abdomen, y con la arteria rectal inferior, que tiene su origen en la arteria pudenda interna en el periné.
- La **arteria obturatriz** discurre en sentido anterior a lo largo de la pared de la pelvis y abandona la cavidad pélvica a través del conducto obturador. Junto con el nervio obturador, por encima, y la vena obturatriz, por debajo, entra e irriga la región de los aductores en el muslo.
- La **arteria pudenda interna** desciende desde su origen en el tronco anterior y abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme. Junto con el nervio pudendo en su cara medial, el vaso rodea lateralmente la espina isquiática y después atraviesa el agujero ciático menor para entrar en el periné. La arteria pudenda interna es la principal arteria del periné. Entre las estructuras que irriga se encuentran los tejidos eréctiles del clítoris y del pene.
- La **arteria glútea inferior** es una gran rama terminal del tronco anterior de la arteria ilíaca interna. Pasa entre los ramos anteriores de S1 a S2 o S2 a S3 del plexo sacro y abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme. Entra y contribuye a irrigar la región glútea y se anastomosa con una red de vasos que rodea la articulación de la cadera.
- La **arteria uterina** de las mujeres discurre medialmente y por delante de la base del ligamento ancho del útero para llegar al cuello uterino (fig. 5.65). En su trayecto, el vaso cruza el uréter y pasa por su cara superior hasta la porción lateral del fórnix de la vagina. Una vez que el vaso llega al cuello, asciende a lo largo del borde lateral del útero para llegar a la trompa uterina, donde se curva en sentido lateral y se anastomosa con la arteria ovárica. La arteria uterina proporciona la principal irrigación del útero y aumenta de tamaño de manera significativa durante el embarazo. A través de su anastomosis con otras arterias, el vaso contribuye también a la irrigación del ovario y la vagina.

Arterias ováricas

En las mujeres, los vasos gonadales (ováricos) se originan en la aorta abdominal y después descienden para atravesar la abertura superior de la pelvis e irrigar los ovarios. Se anastomosan con las porciones terminales de las arterias uterinas (fig. 5.65). A cada lado, los vasos discurren dentro del **ligamento suspensorio del ovario (ligamento infundibulopélvico)** cuando cruzan la abertura superior de la pelvis hacia el ovario. Las ramas atraviesan el mesoovario para llegar al ovario y cruzan el ligamento ancho del útero para anastomosarse con la arteria uterina. Las arterias ováricas aumentan de tamaño significativamente durante el embarazo para incrementar el aporte sanguíneo del útero.

Arteria sacra media

La arteria sacra media (figs. 5.64 y 5.65) se origina en la superficie posterior de la aorta inmediatamente por encima de la bifurcación aórtica a nivel vertebral de L4 en el abdomen. Desciende por la línea media, cruza la abertura superior de la pelvis y después discurre a lo largo de la superficie anterior del sacro y del cóccix. Da origen al último par de arterias lumbares y a ramas que se anastomosan con las arterias iliolumbares y sacras laterales.

Venas

Las venas pélvicas siguen el trayecto de todas las ramas de la arteria ilíaca interna, excepto en el caso de las arterias umbilical e iliolumbar (fig. 5.66A). A cada lado, las venas drenan en las venas ilíacas internas, que abandonan la cavidad pélvica para unirse a las venas ilíacas comunes, situadas justo por encima y laterales a la abertura superior de la pelvis.

Dentro de la cavidad pélvica hay extensos plexos venosos interconectados, relacionados con las superficies de las vísceras (vejiga, recto, próstata, útero y vagina). Juntos, estos plexos forman el **plexo venoso pélvico.** La parte del plexo venoso que rodea el recto y el conducto anal drena a través de las venas rectales superiores (tributarias de las venas mesentéricas inferiores) en el sistema porta hepático y a través de las venas rectales media e inferior hacia el sistema cava. Este plexo pélvico actúa como un cortocircuito portocava destacado cuando se bloquea el sistema porta hepático (fig. 5.66B).

La zona inferior del plexo rectal que rodea el conducto anal tiene dos partes: una interna y otra externa. El **plexo rectal interno** se encuentra dentro de un tejido conjuntivo entre el esfínter interno del ano y el epitelio que recubre el conducto. Este plexo se conecta en su parte superior con ramas distribuidas longitudinalmente, procedentes de las venas rectales superiores, una en cada columna anal. *Cuando aumentan de tamaño, estas ramas originan las hemorroides internas, que surgen por encima de la línea pectínea y están cubiertas por la mucosa del colon.* El **plexo rectal externo** rodea el esfínter externo del ano y tiene una localización subcutánea. *El aumento de tamaño de los vasos del plexo rectal externo da lugar a las hemorroides externas.*

La única **vena dorsal profunda**, que recoge el drenaje de los tejidos eréctiles del clítoris y del pene, no sigue a las ramas de la arteria pudenda interna hacia la cavidad pélvica. Por el contrario, pasa directamente hacia la cavidad pélvica a través de un hueco formado entre el ligamento arqueado del pubis y el borde anterior de la membrana perineal. La vena se

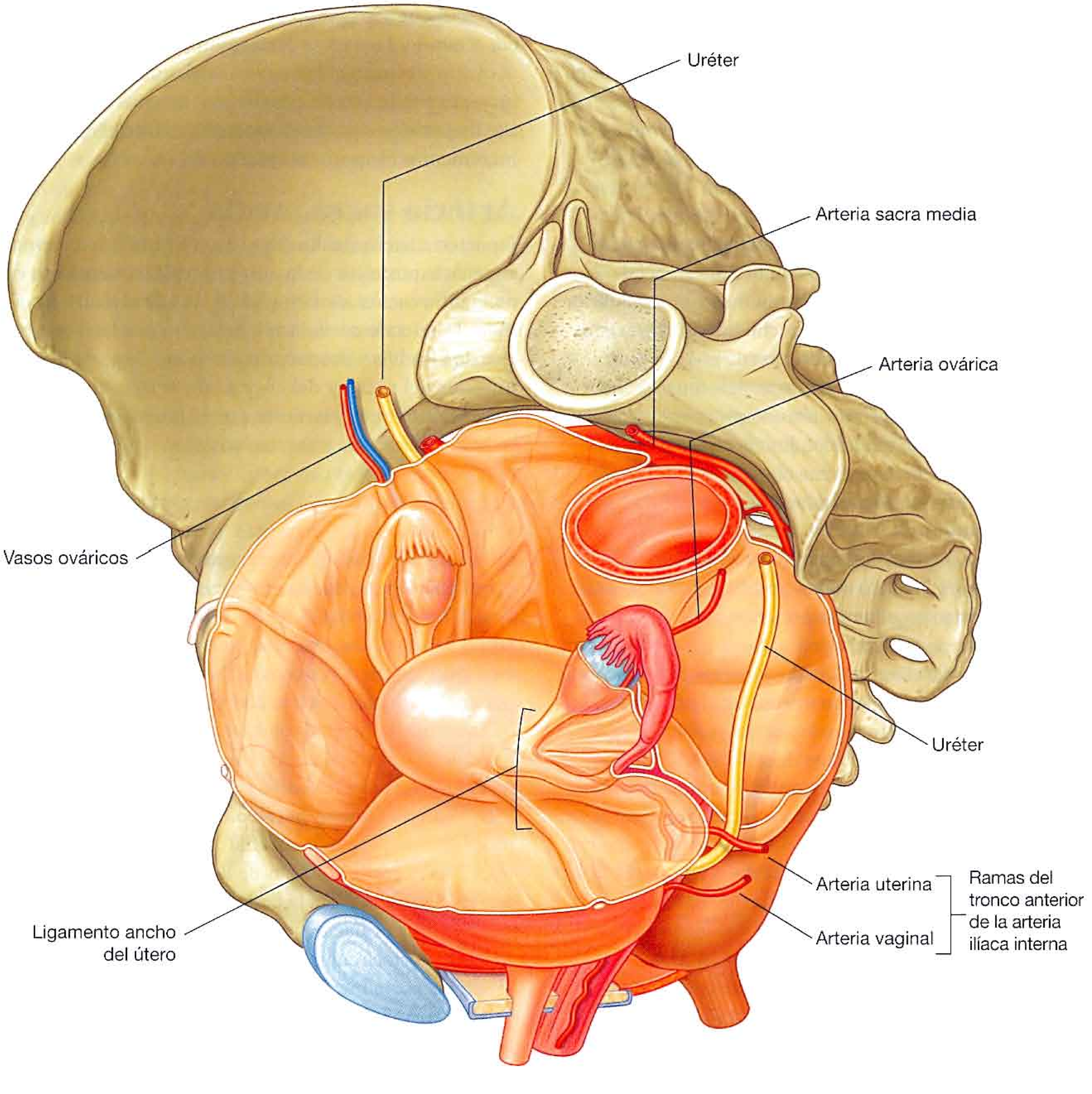


Fig. 5.65 Arterias uterina y vaginal.

une al plexo venoso prostático en los varones y al plexo venoso vesical en las mujeres. (Las venas superficiales que drenan la piel del pene y las regiones correspondientes del clítoris se dirigen hacia las venas pudendas externas, que son tributarias de la vena safena mayor en el muslo.)

Además de drenar en la vena ilíaca interna, las venas sacras medias y las venas ováricas siguen en paralelo el trayecto de la arteria sacra media y de la arteria ovárica, respectivamente, y abandonan la cavidad pélvica para unirse a las venas del abdomen:

- Las **venas sacras medias** se juntan para formar una sola vena que se une a la vena ilíaca común izquierda o bien a la unión de las dos venas ilíacas comunes para formar la vena cava inferior.
- Las **venas ováricas** siguen el trayecto de las arterias correspondientes; la izquierda se une a la vena renal izquierda, y la derecha lo hace a la vena cava inferior en el abdomen.

Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos que proceden de la mayoría de las vísceras pélvicas drenan principalmente en los ganglios linfáticos distribuidos a lo largo de las arterias ilíacas interna y externa y de sus ramas relacionadas (fig. 5.67), que drenan hacia los

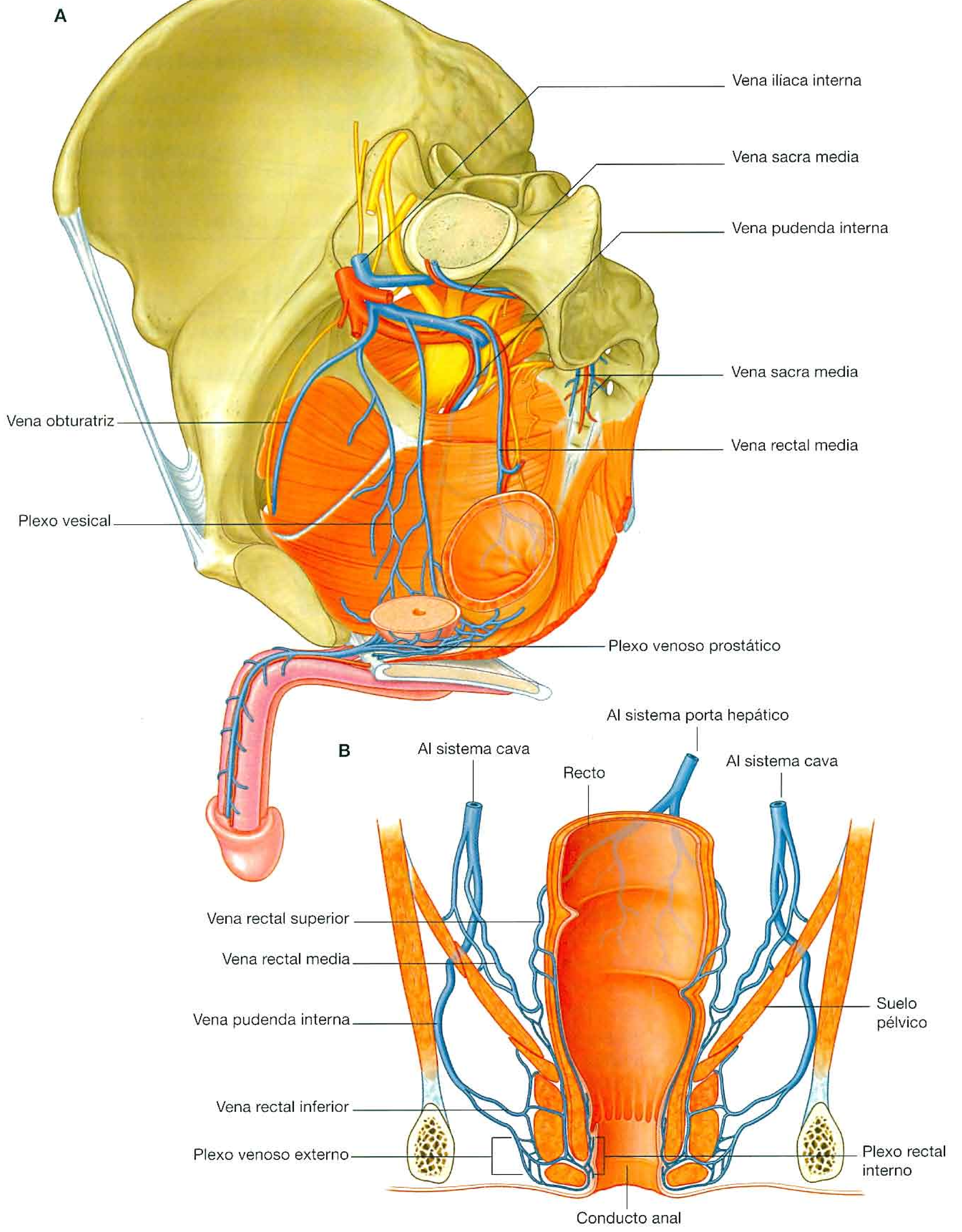


Fig. 5.66 Venas pélvicas. **A.** En un varón, tras retirar el lado izquierdo de la pelvis y la mayor parte de las vísceras. **B.** Venas relacionadas con el recto y el conducto anal.

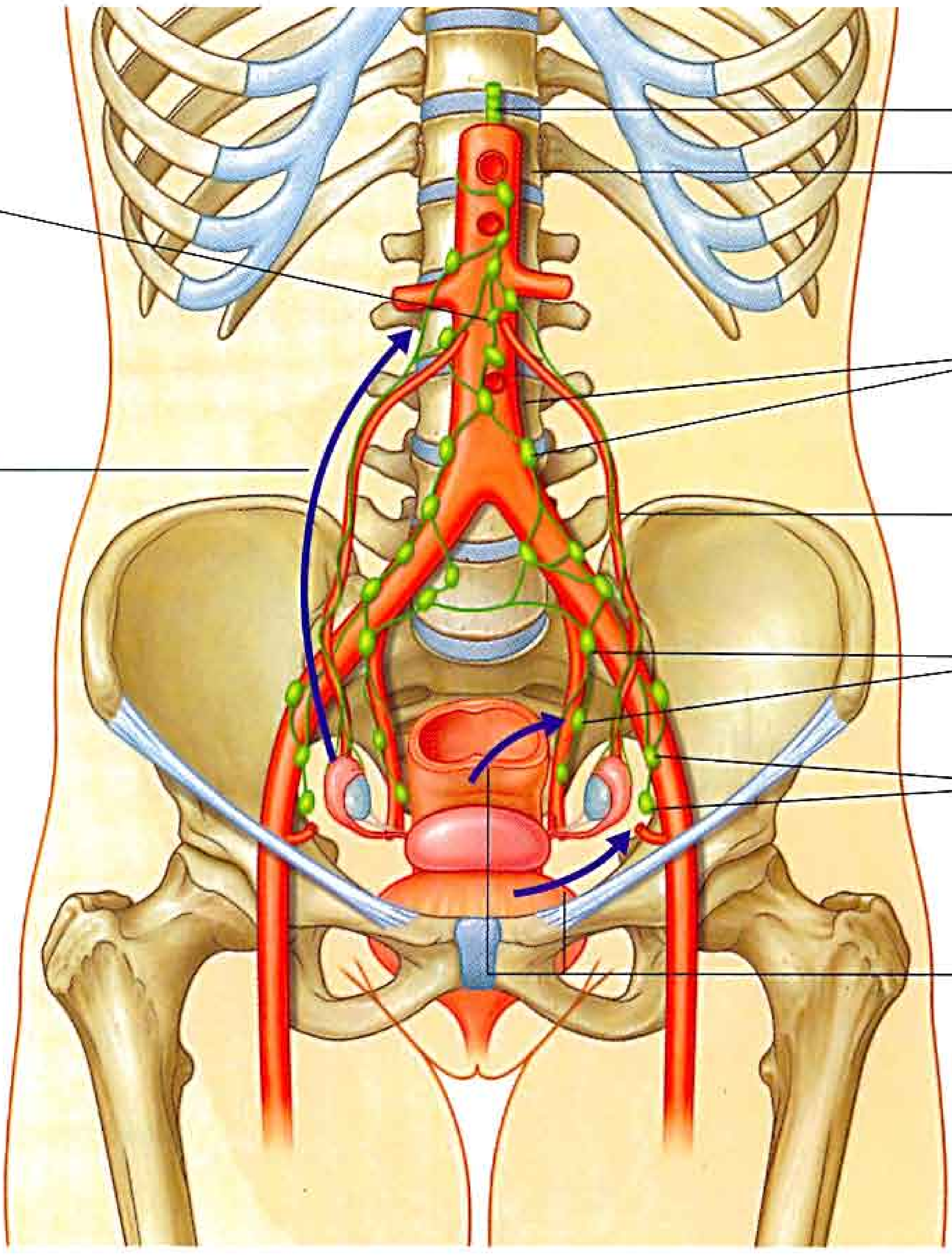


Fig. 5.67 Drenaje linfático de la pelvis.

ganglios relacionados con las arterias ilíacas comunes y después hacia los ganglios relacionados con las superficies laterales de la aorta abdominal. A su vez, estos ganglios aórticos laterales drenan en los troncos lumbares, que continúan hasta el origen del conducto torácico aproximadamente a la altura vertebral T12.

Los vasos linfáticos procedentes de los ovarios y las partes relacionadas del útero y las trompas uterinas abandonan la cavidad pélvica en dirección superior y drenan, mediante vasos que acompañan a las arterias ováricas, directamente en los ganglios aórticos laterales y, en algunos casos, en los ganglios preaórticos en la superficie anterior de la aorta.

Además de drenar las vísceras pélvicas, los ganglios situados a lo largo de la arteria ilíaca interna también reciben el drenaje de la región glútea de la extremidad inferior y de las áreas profundas del periné.

PERINÉ

El periné es una región de forma romboidal situada en la parte inferior del suelo pélvico, entre los muslos. Su periferia está limitada por la abertura inferior de la pelvis, su techo es el diafragma pelviano (los músculos elevador del ano y coccígeo) y sus angostas paredes laterales están formadas por las paredes de la cavidad pélvica por debajo de la inserción del músculo elevador del ano (fig. 5.68A).

El periné se divide en un triángulo urogenital anterior y un triángulo anal posterior:

- El triángulo urogenital contiene las aberturas de los aparatos urinario y reproductor, y sirve de inserción para los genitales externos.
- El triángulo anal tiene el ano y el esfínter externo del ano.

El nervio pudendo (S2 a S4) y la arteria pudenda interna son el nervio y la arteria principales de la región.

Límites y techo

El borde del periné está marcado por el borde inferior de la sínfisis del pubis en su punto anterior, la punta del cóccix en su punto posterior y las tuberosidades isquiáticas en cada punto lateral (fig. 5.68A). Los bordes laterales están formados por las ramas isquiopubianas en la parte anterior y por los ligamentos sacrotuberosos en la zona posterior. *La sínfisis del pubis, las tuberosidades isquiáticas y el cóccix son estructuras palpables.*

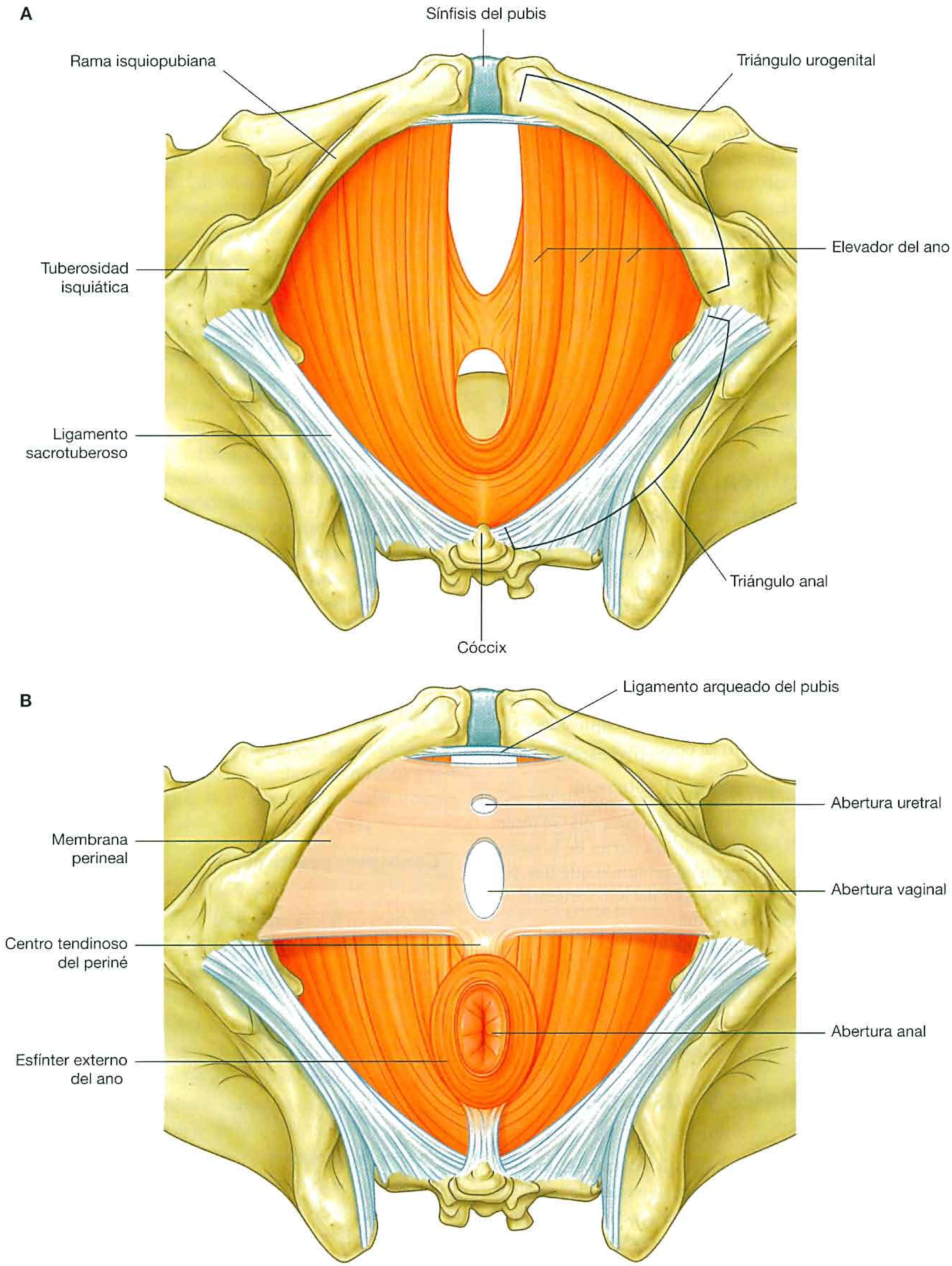


Fig. 5.68 Límites y techo del periné. **A.** Límites del periné. **B.** Membrana perineal.

El periné se divide en dos triángulos por una línea imaginaria que discurre entre las dos tuberosidades isquiáticas. Anterior a esta línea se encuentra el triángulo urogenital, y posterior a ella, el triángulo anal. Se debe señalar que los dos triángulos no se encuentran en el mismo plano. En posición anatómica, el triángulo urogenital se orienta en el plano horizontal, mientras que el triángulo anal está inclinado hacia arriba en la línea transtubercular, de forma que se dirige en un sentido más posterior.

El techo del periné lo forman principalmente los músculos elevadores del ano que separan la cavidad pélvica, por encima, del periné, por debajo. Estos músculos, uno a cada lado, constituyen un diafragma pelviano con forma de cono o embudo, con el orificio anal situado en su vértice inferior, en el triángulo anal.

En la zona anterior, en el **triángulo urogenital** hay un defecto en forma de U en los músculos (el **hiato urogenital**) que permite el paso de la uretra y la vagina.

Membrana perineal y espacio perineal profundo

La membrana perineal (v. pág. 394) es una gruesa lámina fibrosa que cubre el triángulo urogenital (fig. 5.68B). Tiene un borde posterior libre que se inserta en la línea media sobre el centro tendinoso del periné y se ancla lateralmente en el arco púbico. Justo superior a la membrana perineal hay una delgada región denominada espacio perineal profundo, que contiene una capa de músculo esquelético y tejidos neurovasculares. Entre los músculos esqueléticos del espacio (v. pág. 396, fig. 5.36) se encuentra el esfínter externo de la uretra.

La membrana perineal y el espacio perineal profundo proporcionan el sostén para los genitales externos, que se insertan en su superficie inferior. Además, las partes de la membrana perineal y del espacio perineal profundo que hay por debajo del hiato urogenital del elevador del ano sostienen las vísceras pélvicas situadas por encima.

La uretra abandona la cavidad pélvica y entra en el periné al atravesar el espacio perineal profundo y la membrana perineal. En las mujeres, la vagina también atraviesa estas estructuras por detrás de la uretra.

Fosas isquioanales y sus recesos anteriores

Como los músculos elevadores del ano discurren medialmente desde su origen en las paredes laterales de la pelvis, por encima, hasta el orificio anal y el hiato urogenital, por debajo, se crea un conducto invertido en forma de cuña entre los músculos elevadores del ano y las paredes adyacentes de la pelvis, ya que las dos estructuras divergen en sentido inferior (fig. 5.69). En el triángulo anal, estos conductos, uno a cada lado del orificio anal, se denominan **fosas isquioanales.** La pared lateral de cada fosa está formada principalmente por el isquion, el músculo obturador interno y el ligamento sacrotuberoso. La pared medial está constituida por el músculo elevador del ano. Las paredes medial y lateral convergen en su cara superior, donde el músculo elevador del ano se inserta en la fascia que recubre el músculo obturador interno. Las fosas isquioanales permiten el movimiento del diafragma pelviano y la expansión del conducto anal durante la defecación.

Las fosas isquioanales del triángulo anal se continúan en sentido anterior con los recesos que se proyectan hacia el triángulo urogenital, por encima del espacio perineal profundo. Estos recesos anteriores de las fosas isquioanales adoptan la forma de pirámides triangulares que se han inclinado sobre uno de sus lados (fig. 5.69C). El vértice de cada pirámide está cerrado y señala en sentido anterior hacia el pubis. La base está abierta y se continúa en sentido posterior con su fosa isquioanal correspondiente. La pared inferior de cada pirámide es el espacio perineal profundo. La pared superomedial está formada por el músculo elevador del ano y la pared superolateral consiste principalmente en el músculo obturador interno. Por lo general las fosas isquioanales y sus recesos anteriores están rellenos de grasa.

Triángulo anal

El triángulo anal del periné se orienta en sentido posteroinferior y se define lateralmente con los bordes mediales de los ligamentos sacrotuberosos, en su parte anterior por una línea

Conceptos prácticos

Abscesos en la fosa isquioanal

La mucosa anal es particularmente vulnerable a las lesiones y puede desgarrarse con facilidad por heces duras. En ocasiones, los pacientes desarrollan una inflamación e infección del conducto anal (senos o criptas), que pueden diseminarse hacia las fosas isquioanales. En ocasiones la infección se disemina entre los esfínteres y produce fístulas interesfinterianas. Los tractos pueden diseminarse en sentido superior hacia la cavidad pélvica o lateralmente a las fosas isquioanales.

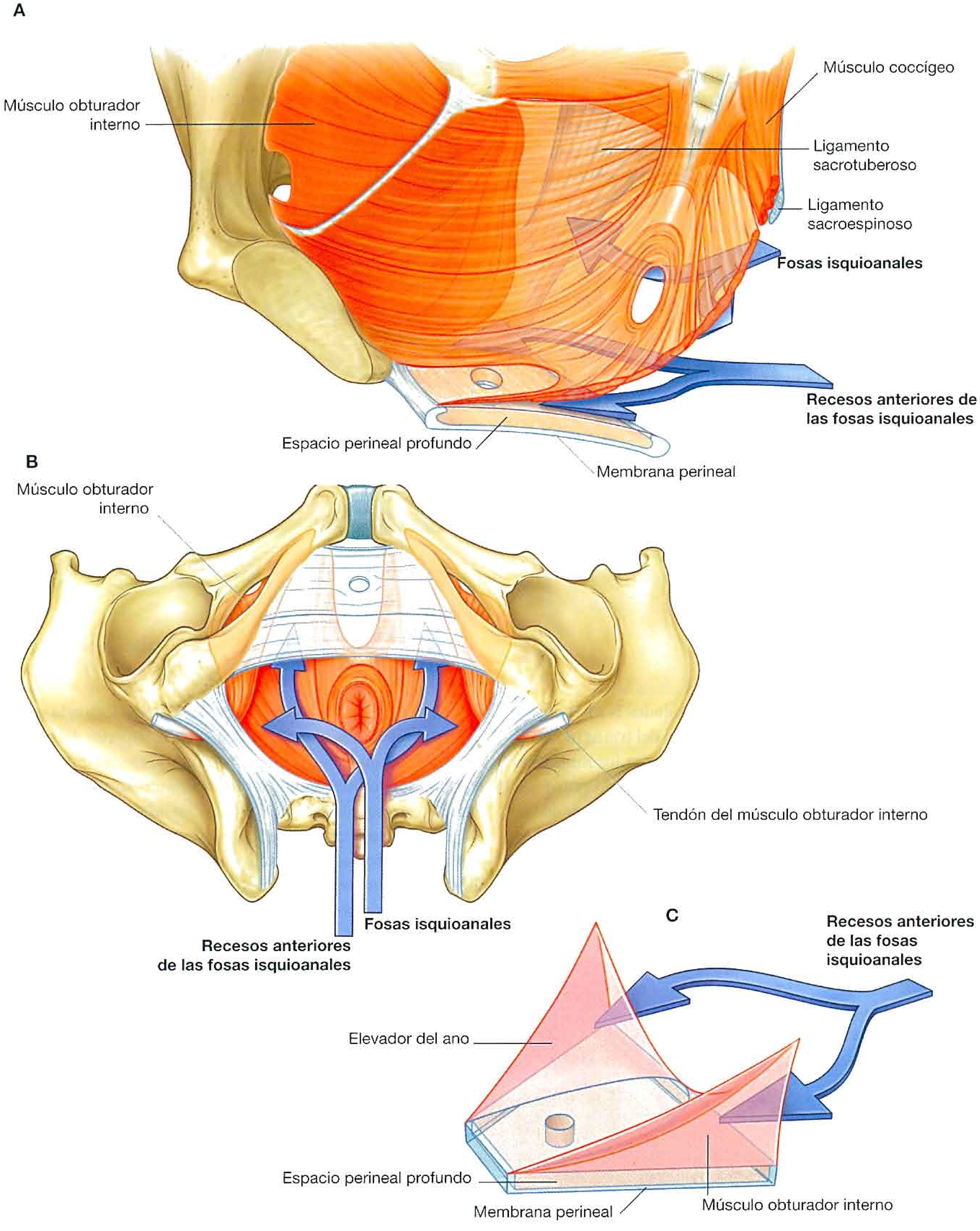


Fig. 5.69 Fosas isquioanales y sus recesos anteriores. **A.** Vista anterolateral, tras quitar la pared izquierda de la pelvis. **B.** Vista inferior. **C.** Vista anterolateral tras quitar las paredes y el diafragma de la pelvis.

Conceptos prácticos

Hemorroides

Las hemorroides consisten en dilataciones de las venas submucosas. Son una causa frecuente de hemorragia durante y después de la defecación.

El tratamiento de las hemorroides implica el uso de automedicaciones sencillas o de cirugía para eliminar las venas submucosas que provocan síntomas. La preocupación de todos los médicos es que la sangre que sale por el recto se deba a un proceso maligno subyacente en el colon o el recto. Algunos de estos tumores pueden palparse mediante tacto rectal, que nunca deberá omitirse durante la exploración física de un paciente que tenga hemorragia rectal. La presencia de hemorroides también puede indicar una hipertensión portal (fig. 5.70).

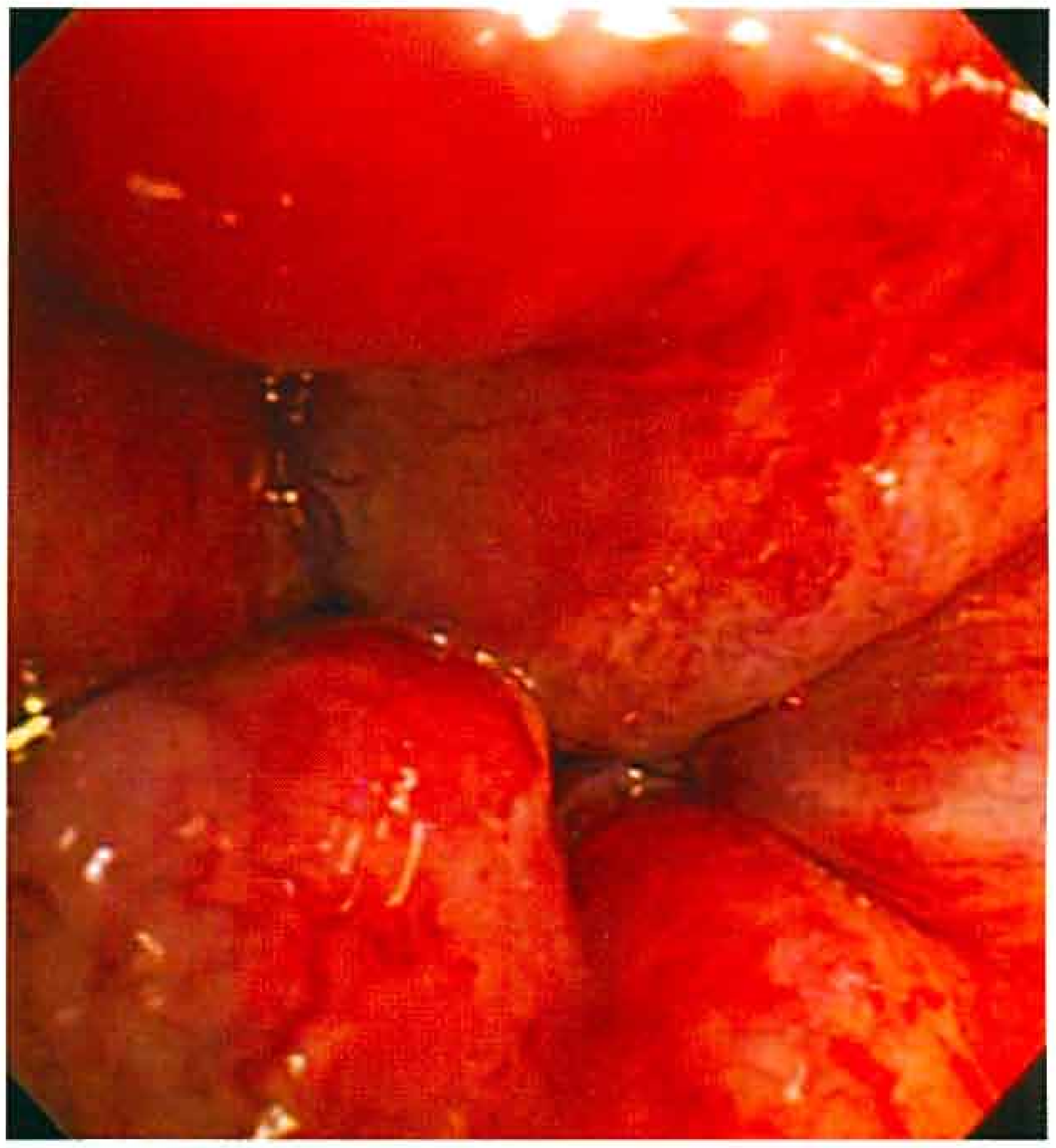


Fig. 5.70 Hemorroides.

horizontal situada entre las dos tuberosidades isquiáticas, y en su zona posterior por el cóccix. El techo del triángulo anal es el diafragma pelviano, que está formado por los músculos elevadores del ano. El orificio anal se sitúa en el centro del triángulo anal y está relacionado a cada lado con una de las fosas isquioanales. El principal músculo del triángulo anal es el esfínter externo del ano.

El **esfínter externo del ano,** que rodea el conducto anal, está formado por músculo esquelético y tiene tres porciones: profunda, superficial y subcutánea, distribuidas secuencialmente a lo largo del conducto desde su parte superior hasta la inferior (tabla 5.5). La porción profunda está formada por un grueso anillo muscular que rodea la parte superior del conducto anal y se une con las fibras del músculo elevador del ano. La porción subcutánea también rodea el conducto anal, pero se inserta en su parte anterior en el centro tendinoso del periné y en la posterior en el cóccix y el ligamento anococcígeo. La porción subcutánea consiste en un disco muscular aplanado en sentido horizontal que rodea el orificio anal justo por debajo de la piel. El esfínter externo del ano está inervado por los ramos rectales inferiores del nervio pudendo y por ramos que proceden directamente de los ramos anteriores de S4.

Tabla 5-5 Músculos del triángulo anal

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
ESFÍNTER EXTERNO DEL ANO				
Porción profunda	Rodea la cara superior del conducto anal		Nervio pudendo (S2 y S3) y ramos directos de S4	Cierra el conducto anal
Porción superficial	Rodea la parte inferior del conducto anal	Se inserta en el centro tendinoso del periné y en el cuerpo anococcígeo		
Porción subcutánea	Rodea la abertura anal			

Triángulo urogenital

El triángulo urogenital del periné es la mitad anterior del mismo y se orienta en el plano horizontal. Contiene las raíces de los genitales externos (fig. 5.71) y las aberturas del aparato urogenital.

El triángulo urogenital se define:

- Lateralmente por la rama isquiopúbica.
- En su zona posterior, por una línea imaginaria trazada entre las tuberosidades isquiáticas.
- En la parte anterior, por el borde inferior de la sínfisis del pubis.

Como sucede con el triángulo anal, el techo del triángulo urogenital es el músculo elevador del ano.

A diferencia del triángulo anal, el triángulo urogenital contiene una fuerte plataforma fibromuscular de sostén (la membrana perineal y el espacio perineal profundo) (v. pág. 394), que se inserta en el arco del pubis.

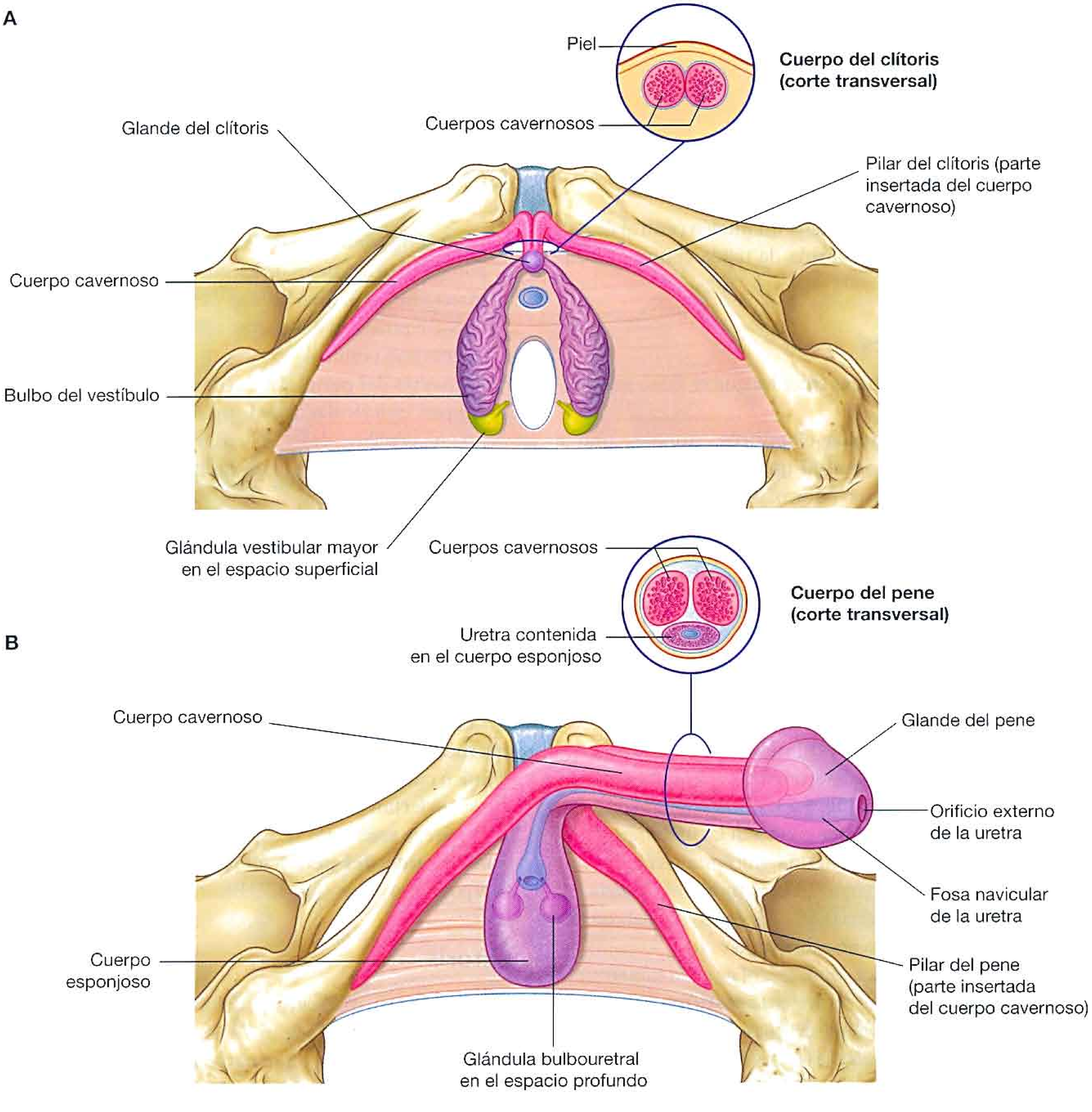


Fig. 5.71 Tejidos eréctiles del clítoris y del pene. **A.** Clítoris. **B.** Pene.

A cada lado existen unas extensiones anteriores de las fosas isquioanales, entre el espacio perineal profundo y el músculo elevador del ano.

Entre la membrana perineal y la capa membranosa de la fascia superficial se encuentra el **espacio perineal superficial.** Las principales estructuras de este espacio son los tejidos eréctiles del pene y del clítoris y los músculos esqueléticos relacionados.

Estructuras del espacio perineal superficial

El espacio perineal superficial contiene:

- Las estructuras eréctiles que se unen para formar el pene en los varones y el clítoris en las mujeres.
- Los músculos esqueléticos que se relacionan principalmente con las partes de las estructuras eréctiles insertadas en la membrana perineal y el hueso adyacente.

Cada estructura eréctil contiene un núcleo central de tejido vascular dilatable y su cápsula de tejido conjuntivo circundante.

Tejidos eréctiles

Hay dos grupos de estructuras eréctiles que se unen para formar el pene y el clítoris.

Dos **cuerpos cavernosos** cilíndricos, situados uno a cada lado del triángulo urogenital, que se insertan por sus extremos proximales en el arco púbico. Estas partes insertadas suelen denominarse **pilares** del clítoris o del pene. Los extremos distales de los cuerpos, que no se insertan en el hueso, forman el cuerpo del clítoris en las mujeres y las partes dorsales del cuerpo del pene en los varones.

El segundo grupo de tejidos eréctiles rodea las aberturas del aparato urogenital:

- En las mujeres, un par de estructuras eréctiles, denominadas **bulbos del vestíbulo,** se sitúan una a cada lado de la abertura vaginal y están firmemente insertadas en la membrana perineal (fig. 5.71A). Hay pequeñas bandas de tejidos eréctiles que conectan los extremos anteriores de estos bulbos con una única masa eréctil pequeña, con forma de guisante, el **glande del clítoris,** que está situado en la línea media en el extremo del cuerpo del clítoris y anterior a la abertura de la uretra.
- En los varones, una única masa eréctil de gran tamaño, el **cuerpo esponjoso,** es el equivalente estructural de los bulbos del vestíbulo, el glande del clítoris y las bandas de conexión de los tejidos eréctiles de las mujeres (fig. 5.71B). El cuerpo esponjoso se inserta en su base en la membrana perineal. Su extremo proximal, que no está insertado, forma la parte ventral del cuerpo del pene y se expande sobre el extremo de dicho cuerpo para formar el glande. Este patrón en los varones es consecuencia de la ausencia de una abertura vaginal y de la fusión de las estructuras a lo largo de la línea media durante el desarrollo embrionario. Cuando las estructuras eréctiles originales pares se fusionan, encierran la abertura de la uretra y forman un conducto adicional que, en último término, se convierte en la mayor parte de la porción peneana de la uretra. Como consecuencia de esta fusión y del crecimiento en los varones, la uretra queda recubierta por el cuerpo esponjoso y se abre en el extremo del pene. (En las mujeres, la uretra no queda incluida en el tejido eréctil del clítoris y se abre directamente en el vestíbulo).

Pene

El pene está compuesto principalmente por los dos cuerpos cavernosos y el único cuerpo esponjoso, que contiene la uretra (fig. 5.71B). Tiene una parte insertada (raíz) y una parte libre (cuerpo):

- La **raíz del pene** contiene los dos pilares, que son las porciones proximales de los cuerpos cavernosos, insertadas en el arco púbico y el **bulbo del pene,** que es la parte proximal del cuerpo esponjoso insertado en la membrana perineal.
- El **cuerpo del pene,** que se encuentra cubierto totalmente por piel, está formado por la unión de las dos porciones proximales libres de los cuerpos cavernosos y por el segmento libre correspondiente del cuerpo esponjoso.

La base del cuerpo del pene está sostenida por dos ligamentos: el **ligamento suspensorio del pene** (que se inserta en su parte superior en la sínfisis del pubis) y el **ligamento fundiforme del pene,** situado más superficialmente (que se inserta por encima en la línea alba de la pared abdominal anterior y se divide por debajo en dos bandas que pasan a cada lado del pene y se unen por debajo).

Como la posición anatómica del pene es en erección, los dos cuerpos se definen como dorsales en el cuerpo del pene y el único cuerpo esponjoso como ventral, aunque sus posiciones se inviertan en el pene no erecto (fláccido).

El cuerpo esponjoso se expande para formar la extremo del pene **(glande del pene)** sobre los extremos distales de los cuerpos cavernosos (fig. 5.71B).

Clítoris

El clítoris está compuesto por dos cuerpos cavernosos y por el **glande del clítoris** (fig. 5.71A). Como el pene, tiene una parte insertada (raíz) y una parte libre (cuerpo):

- A diferencia de la raíz de pene, la **raíz de clítoris** consiste técnicamente sólo en los dos pilares. (Aunque los

bulbos del vestíbulo se insertan en el glande del clítoris con delgadas bandas de tejido eréctil, no quedan incluidos en la parte insertada del clítoris).
- El **cuerpo del clítoris**, que se forma sólo por las partes no insertadas de los dos cuerpos cavernosos, se angula en sentido posterior y queda incluido en los tejidos conjuntivos del periné.

El cuerpo del clítoris se sostiene mediante un ligamento suspensorio que se inserta en su extremo superior en la sínfisis del pubis. El glande del clítoris se inserta en el extremo distal del cuerpo y se conecta con los bulbos del vestíbulo mediante unas bandas pequeñas de tejido eréctil. *El glande del clítoris está expuesto en el periné y el cuerpo del clítoris se puede palpar a través de la piel.*

Erección

La erección del pene y del clítoris es un proceso vascular generado por los ramos parasimpáticos que discurren por los nervios esplácnicos de la pelvis desde los ramos anteriores de S2 a S4 y que entran en la parte hipogástrica inferior del plexo prevertebral y, en último término, atraviesan el espacio perineal profundo y la membrana perineal para inervar los tejidos eréctiles. La estimulación de estos nervios causa la relajación de arterias específicas de los tejidos eréctiles. Esto permite que la sangre llene los tejidos, lo que provoca la erección del pene y del clítoris.

Las arterias que irrigan el pene y el clítoris son ramas de la arteria pudenda interna; los ramos del nervio pudendo (S2 a S4) contienen los nervios sensitivos generales del pene y del clítoris.

Glándulas vestibulares mayores

En las mujeres se encuentran las glándulas vestibulares mayores **(glándulas de Bartholin)** que son los homólogos de las glándulas bulbouretrales en los varones (fig. 5.71). Se trata de unas pequeñas glándulas mucosas, con forma de guisante, situadas por detrás de los bulbos del vestíbulo a cada lado de la abertura vaginal. Sin embargo, las glándulas bulbouretrales se localizan dentro del espacio perineal profundo, mientras que las glándulas vestibulares mayores se ubican en el espacio perineal superficial.

El conducto de cada una de las glándulas vestibulares mayores se abre en el vestíbulo del periné a lo largo del borde posterolateral de la abertura vaginal.

Al igual que las glándulas bulbouretrales de los varones, las glándulas vestibulares mayores producen secreción durante la excitación sexual.

Músculos

El espacio perineal superficial contiene tres pares de músculos: el isquiocavernoso, bulboesponjoso y transverso superficial del periné (fig. 5.72 y tabla 5.6). Dos de estos tres pares de músculos se relacionan con las raíces del pene y del clítoris; el tercero está relacionado con el centro tendinoso del periné.

Isquiocavernoso

Los dos **músculos isquiocavernosos** cubren los pilares del pene y del clítoris (fig. 5.72). Cada músculo se inserta en el borde medial de la tuberosidad isquiática y en la rama isquiática correspondiente y continúa hacia delante para insertarse en las superficies laterales e inferior del pilar correspondiente, por lo que obliga a la sangre a pasar desde el pilar al cuerpo del pene y del clítoris en erección.

Bulboesponjoso

Los dos **músculos bulboesponjosos** están relacionados principalmente con los bulbos del vestíbulo en las mujeres y con la parte insertada del cuerpo esponjoso en los varones (fig. 5.72).

En las mujeres, cada músculo bulboesponjoso se inserta en su parte posterior en el centro tendinoso del periné y

Tabla 5-6 Músculos del espacio perineal superficial

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Isquiocavernoso	Tuberosidad y rama isquiática	Pilar del pene y del clítoris	Nervio pudendo (S2 a S4)	Desplaza la sangre de los pilares al cuerpo del pene y clítoris en erección
Bulboesponjoso	En mujeres: centro tendinoso del periné En varones: centro tendinoso del periné y rafe medio	En mujeres: bulbo del vestíbulo, membrana perineal, cuerpo del clítoris y cuerpo cavernoso En varones: bulboesponjoso, membrana perineal, cuerpo cavernoso	Nervio pudendo (S2 a S4)	Desplaza la sangre desde las partes insertadas del clítoris y pene hacia el glande En varones: elimina la orina residual de la uretra después de la micción; emite de manera pulsátil el semen durante la eyaculación
Transverso superficial del periné	Tuberosidad y rama isquiática	Centro tendinoso del periné	Nervio pudendo (S2 a S4)	Estabiliza el centro tendinoso del periné

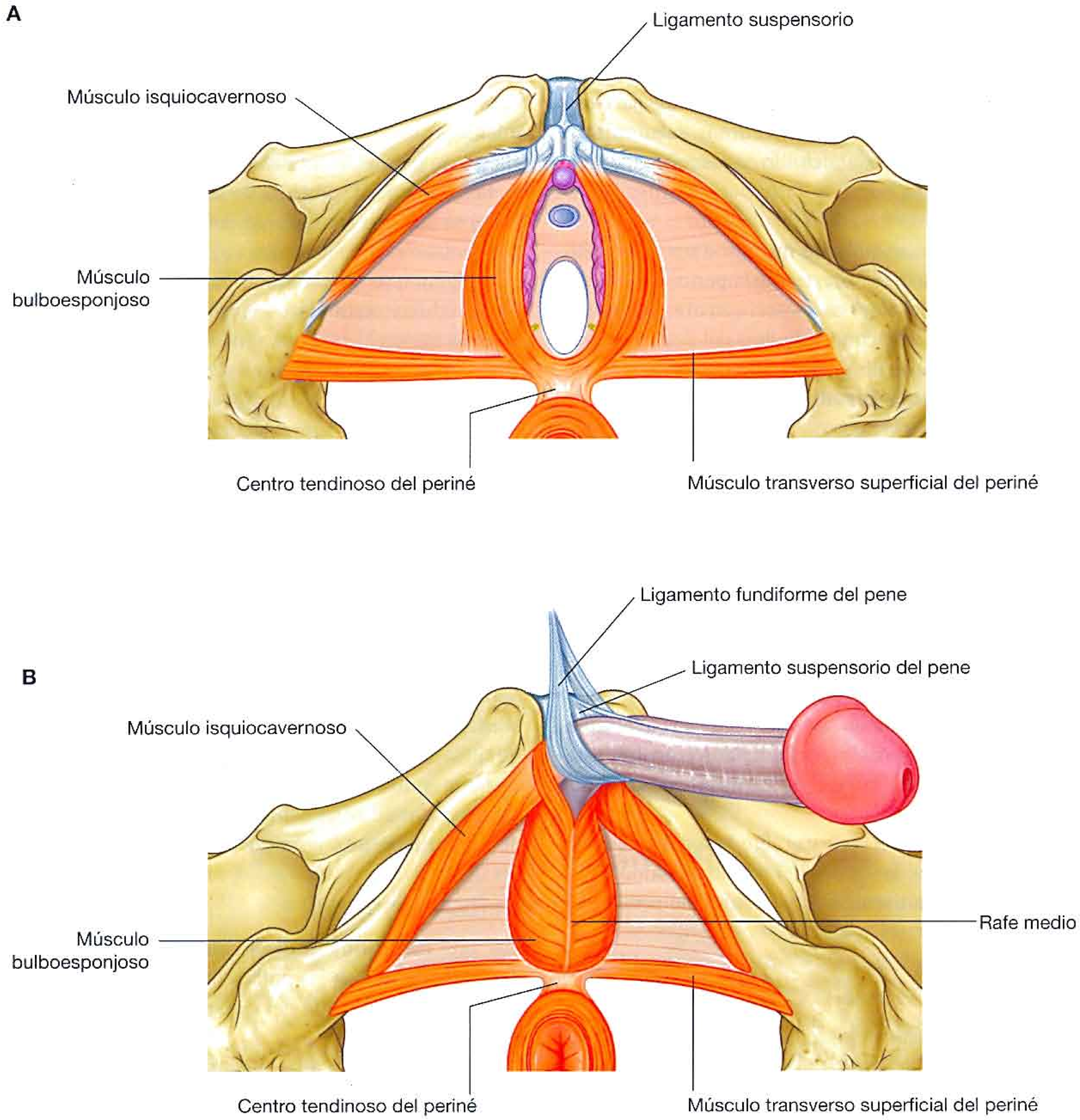


Fig. 5.72 Músculos del espacio perineal superficial. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

discurre en sentido anterolateral sobre la superficie inferior de la glándula vestibular mayor correspondiente y del bulbo del vestíbulo para insertarse en la superficie del bulbo y en la membrana perineal (fig. 5.72A). Otras fibras discurren anterolateralmente para unirse a las fibras del músculo isquiocavernoso y otro grupo adicional se dirige en sentido anterior y se arquea sobre el cuerpo del clítoris.

En los varones, los músculos bulboesponjosos se unen en la línea media a un rafe situado en la superficie inferior del bulbo del pene. El rafe se inserta en su extremo posterior en el centro tendinoso del periné. Las fibras musculares discurren en sentido anterolateral, a cada lado, desde el rafe y el centro tendinoso del periné para cubrir cada lado del bulbo del pene, y se insertan en la membrana perineal y en el tejido conjuntivo del bulbo. Otras se extienden anterolateralmente para unirse con los pilares e insertarse en su extremo anterior en los músculos isquiocavernosos.

Tanto en varones como en mujeres, los músculos bulboesponjosos comprimen las porciones insertadas del pene o del clítoris en erección hacia las regiones más proximales, principalmente el glande. En los varones, los músculos bulboesponjosos tienen dos funciones adicionales:

- Facilitan el vaciado de la porción bulbosa de la uretra peneana después de orinar (posmiccional).

- Su contracción refleja durante la eyaculación es responsable de la emisión pulsátil del semen desde el pene.

Músculos transversos superficiales del periné

Los dos **músculos transversos superficiales del periné** siguen un trayecto paralelo al borde posterior de la superficie inferior de la membrana perineal (fig. 5.72). Estos músculos planos en forma de banda, que se insertan en las tuberosidades y ramas isquiáticas, se extienden medialmente hasta el centro tendinoso del periné en la línea media y estabilizan dicha estructura.

Características superficiales de los genitales externos

Genitales externos femeninos

En las mujeres, el clítoris y el aparato vestibular, junto con varios pliegues de piel y tejidos, forman la **vulva** (fig. 5.73). A cada lado de la línea media se encuentran dos finos pliegues de piel denominados **labios menores.** La región que queda entre ellos, en la cual se abren la uretra y la vagina, es el **vestíbulo.** En su parte anterior, cada uno de los labios menores se bifurca formando un pliegue medial y otro lateral. Los pliegues mediales se unen para formar el frenillo del clítoris, que se une al glande del clítoris. Los pliegues laterales se unen ventralmente sobre el glande y el cuerpo de clítoris para formar el **prepucio del clítoris.** *El cuerpo del clítoris se extiende en sentido anterior desde el glande y es palpable por debajo del prepucio y la piel correspondiente.* Por detrás del vestíbulo, los labios menores se unen formando un pequeño pliegue transverso, el **frenillo de los labios de la vulva (horquilla vulvar).**

Dentro del vestíbulo, el orificio vaginal está rodeado en grados variables por un pliegue membranoso anular, el **himen,** que puede tener una pequeña perforación central o incluso cerrar completamente la abertura vaginal. Después de la rotura del himen (como consecuencia de la primera rela-

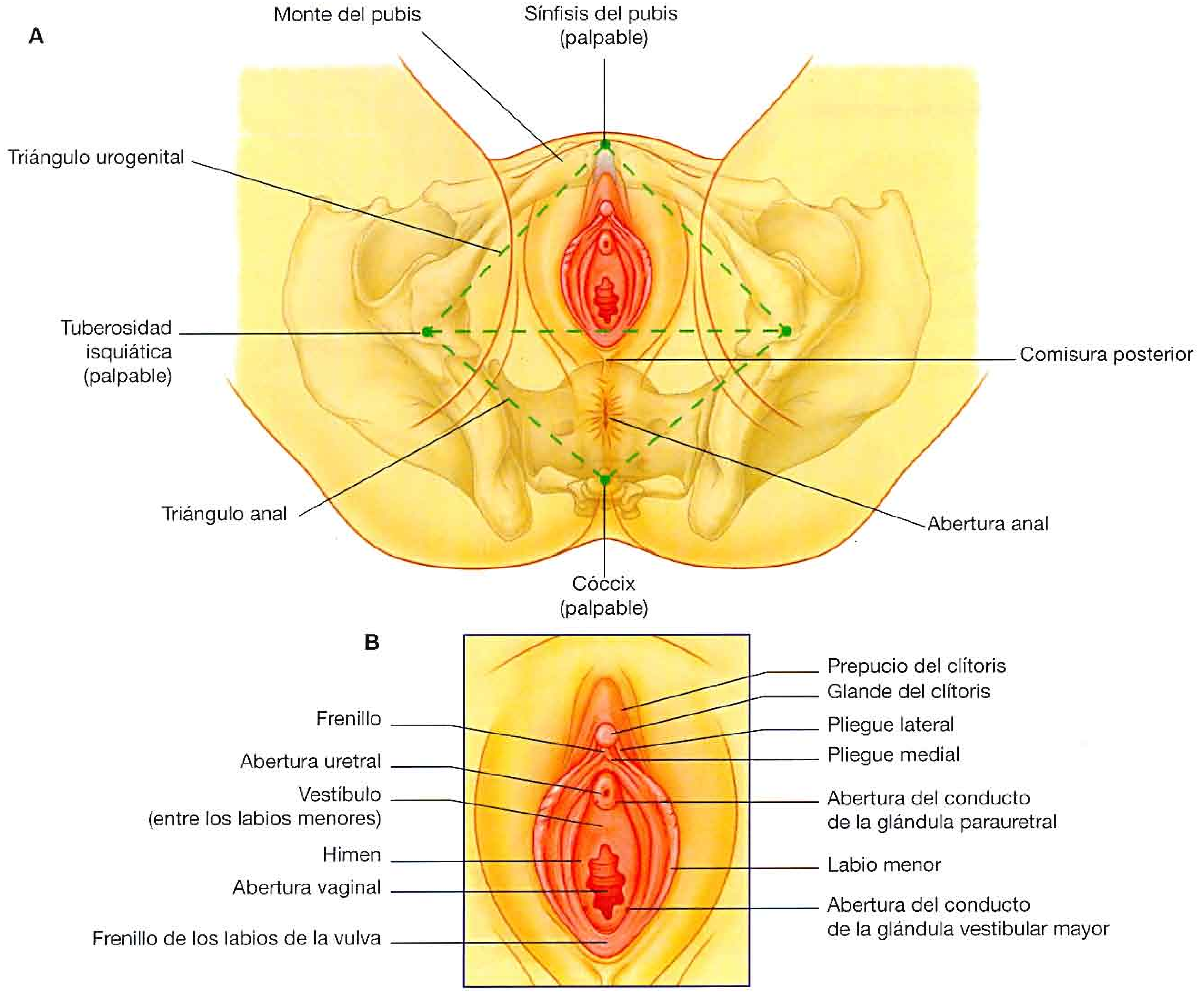


Fig. 5.73 Características superficiales del periné femenino. **A.** Vista general. **B.** Vista detallada de los genitales externos.

ción sexual o por un traumatismo), pueden quedar pequeños flecos del himen en los bordes de la abertura vaginal.

Los orificios de la uretra y de la vagina se relacionan con las aberturas de varias glándulas. Los conductos de las glándulas parauretrales **(glándulas de Skene)** se abren en el vestíbulo, una a cada lado del borde lateral de la uretra. Los conductos de las glándulas vestibulares mayores (glándulas de Bartholin) se abren adyacentes al borde posterolateral de la abertura vaginal en el pliegue situado entre el orificio vaginal y los restos del himen.

Lateralmente a los labios menores se encuentran dos amplios pliegues, los **labios mayores**, que se unen en su zona anterior para formar el **monte del pubis**. Éste recubre la cara inferior de la sínfisis del pubis y es anterior al vestíbulo y al clítoris. En su extremo posterior, los labios mayores no se unen y están separados por una depresión denominada **comisura posterior**, que recubre la posición del centro tendinoso del periné.

Genitales externos masculinos

Los componentes superficiales de los órganos genitales en los varones son el escroto y el pene (fig. 5.74). El **escroto** es el homólogo en el varón de los labios mayores de las mujeres. Las tumefacciones labioescrotales se fusionan en la línea media, dando lugar a un único escroto en el que los testículos y sus coberturas miofasciales, vasos sanguíneos, nervios, vasos linfáticos y conductos de drenaje relacionados, descienden desde el abdomen. El resto de la línea de fusión entre las tumefacciones labioescrotales en el embrión es visible en la piel del escroto en forma de un **rafe** longitudinal en la línea media que se extiende desde el ano, rodea el saco escrotal y llega a la cara inferior del cuerpo del pene.

El **pene** consta de una raíz y un cuerpo. *La raíz insertada del pene se puede palpar por detrás del escroto en el triángulo urogenital del periné.* La parte péndula del pene (el cuerpo de pene) está cubierta totalmente por piel y la punta del cuerpo está cubierta por el glande del pene.

El orificio externo de la uretra es una hendidura sagital que suele situarse en la punta del glande. El borde inferior del orificio de la uretra se continúa con el **rafe** de la línea media del pene, que representa una línea de fusión formada en el glande cuando la uretra se desarrolla en el feto. La base de este rafe se continúa con el **frenillo** del glande, que es un pliegue medio de la piel que se inserta en el glande a la piel insertada de forma más laxa cerca del glande. La base del glan-

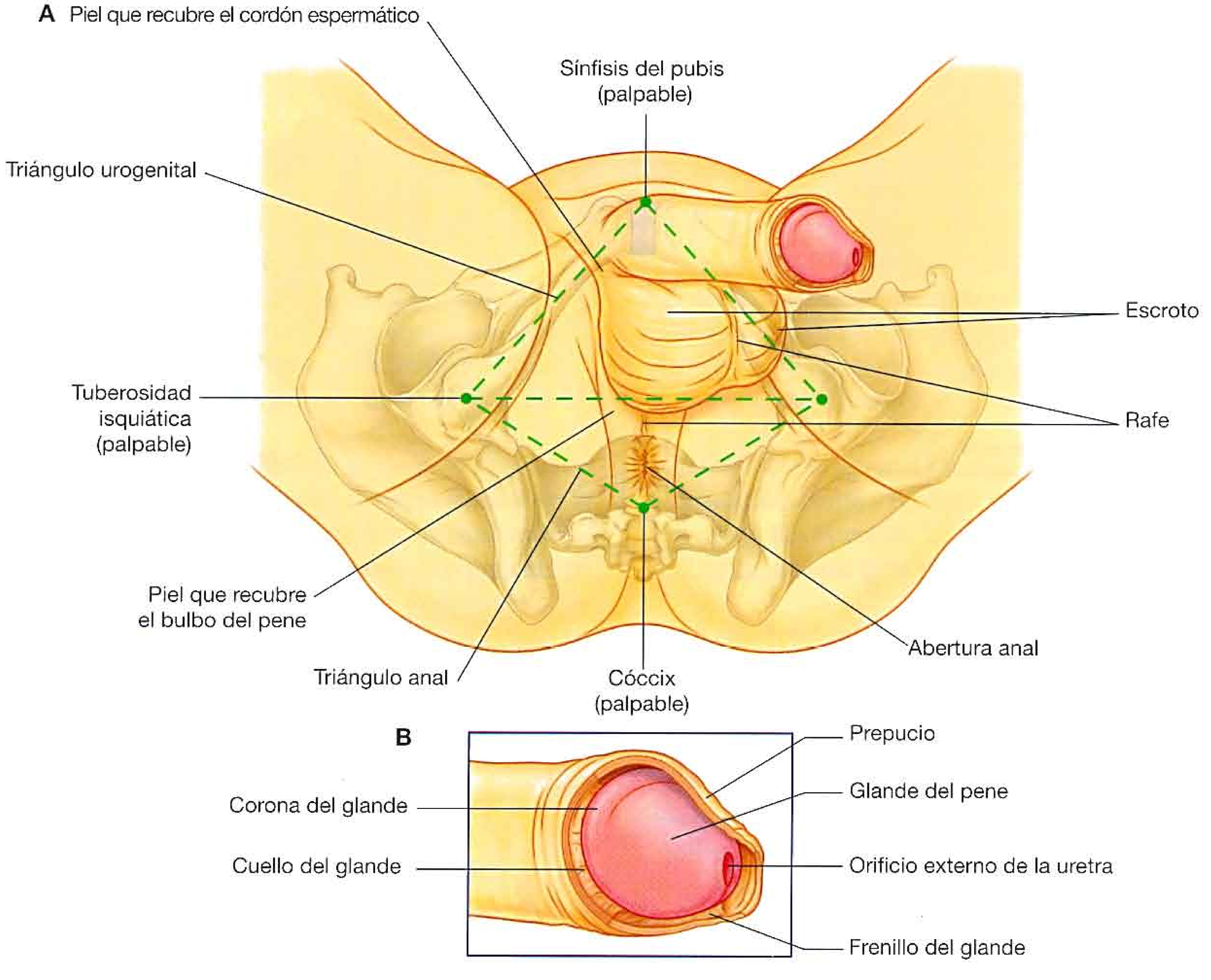


Fig. 5.74 Características superficiales del periné masculino. **A.** Vista general. **B.** Vista detallada de los genitales externos.

de se expande para formar un borde circular elevado (la **corona del glande**). Los dos extremos laterales de la corona se unen en su parte inferior al rafe de la línea media del glande. La depresión situada por detrás de la corona es el cuello del glande. Normalmente hay un pliegue de piel en el cuello del glande que continúa en sentido anterior con la fina piel que se adhiere firmemente al glande y en sentido posterior con una piel más gruesa que se inserta más holgadamente en el cuerpo. Este pliegue, denominado **prepucio,** se extiende hacia delante para cubrir el glande. *El prepucio se elimina en la circuncisión masculina, y el glande queda expuesto.*

Fascia superficial del triángulo urogenital

La fascia superficial del triángulo urogenital se continúa con una fascia similar en la pared abdominal anterior.

Al igual que sucede en la fascia superficial de la pared abdominal, la perineal tiene una capa membranosa en su superficie profunda. Esta capa membranosa **(fascia de Colles)** se inserta:

- En su parte posterior a la membrana perineal y, por tanto, no se extiende hacia el triángulo anal (fig. 5.75).

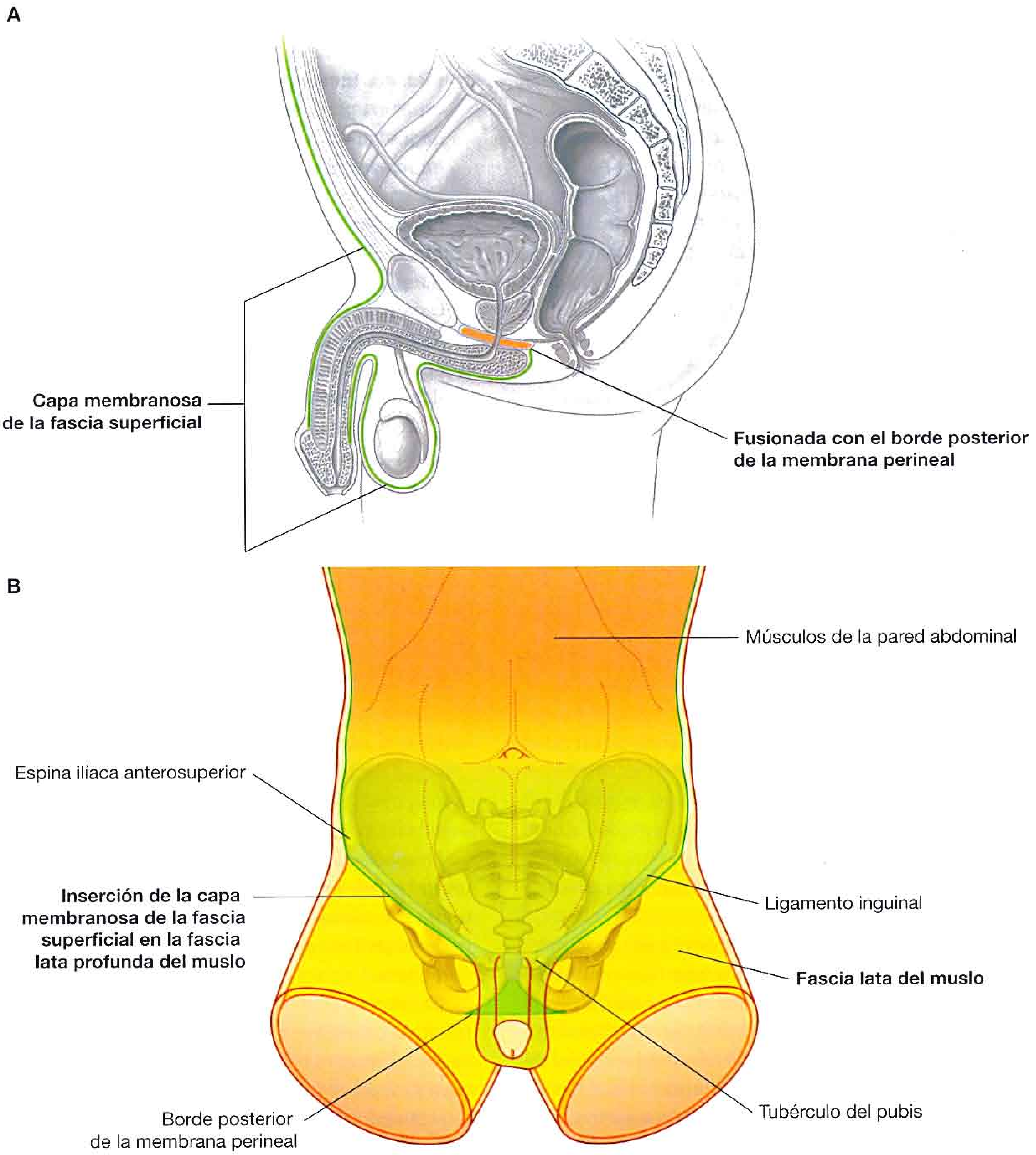


Fig. 5.75 Fascia superficial. **A.** Vista lateral. **B.** Vista anterior.

- Hacia la rama isquiopubiana que forma los bordes laterales del triángulo urogenital y, por tanto, no se extiende hacia el muslo.

Esta fascia define los límites externos del espacio perineal superficial, recubre el escroto o los labios y se extiende alrededor del cuerpo del pene o del clítoris.

En la zona anterior, la capa membranosa de la fascia continúa sobre la sínfisis del pubis y los huesos púbicos con la capa membranosa de fascia de la pared abdominal anterior. En la parte inferior de la pared abdominal lateral, la capa membranosa de la fascia abdominal se inserta en la fascia profunda del muslo, inmediatamente por debajo del ligamento inguinal.

Como la capa membranosa de fascia engloba el espacio perineal superficial y asciende por la pared abdominal anterior, los líquidos o el material infeccioso que se acumulan en ese espacio pueden salir del periné y entrar en la parte inferior de la pared abdominal. Este material no entrará en el triángulo anal ni en el muslo, porque la fascia se fusiona con los tejidos profundos de los bordes de estas regiones.

Nervios somáticos

Nervio pudendo

El principal nervio somático del periné es el nervio pudendo. Este nervio se origina en el plexo sacro y transporta fibras de los niveles S2 a S4 de la médula espinal. Abandona la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme, rodea el ligamento sacroespinoso y después entra en el triángulo anal del periné atravesando medialmente el agujero ciático menor. Cuando entra en el periné se apoya en la pared lateral de la fosa isquioanal, en un compartimento de fascia (el conducto pudendo), que cubre el músculo obturador interno.

El nervio pudendo (fig. 5.76) tiene tres ramos terminales principales: los nervios rectal inferior y perineal y el nervio dorsal del pene o del clítoris, que se acompañan de ramas de la arteria pudenda interna (fig. 5.77).

- El **nervio rectal inferior** suele ser múltiple, penetra a través de la fascia del conducto pudendo y discurre medialmente atravesando la fosa isquioanal para inervar el esfínter externo del ano y las regiones relacionadas de los músculos elevadores del ano. El nervio también transporta la información sensitiva general de la piel del triángulo anal.
- El **nervio perineal** entra en el triángulo urogenital y da lugar a ramos motores y cutáneos. Los ramos motores inervan los músculos esqueléticos de los espacios perineales superficial y profundo. El mayor de los ramos sensitivos es el nervio escrotal posterior en los varones y el nervio labial posterior en las mujeres.
- El **nervio dorsal del pene** o del **clítoris** entra en el espacio perineal profundo (fig. 5.76). Pasa junto al borde lateral del espacio y después sale por debajo a través de la membrana perineal en una posición justo inferior a la sínfisis del pubis, donde se encuentra con el cuerpo del clítoris o del pene. Discurre a lo largo de la superficie dorsal del cuerpo para llegar al glande. Este nervio recoge la sensibilidad del pene o del clítoris, sobre todo en el glande.

Otros nervios somáticos

Otros nervios somáticos que entran en el periné son principalmente sensitivos y constituyen los ramos de los nervios ilioinguinal, genitofemoral, cutáneo femoral posterior y anococcígeo.

Conceptos prácticos

Rotura uretral

La rotura uretral puede producirse en varios puntos anatómicos bien definidos.

La lesión más frecuente es la rotura de la parte proximal de la uretra esponjosa por debajo de la membrana perineal. La uretra se suele desgarrar cuando las estructuras del periné quedan atrapadas entre un objeto duro (p. ej., una barra de acero o la barra horizontal de la bicicleta) y el arco inferior del pubis. La orina se escapa a través de la rotura hacia el espacio perineal superficial (receso) y desciende hacia el escroto y la pared abdominal anterior en profundidad respecto a la fascia superficial.

En asociación a varias fracturas pélvicas, la rotura uretral puede producirse en la zona de transición de uretra prostática a membranosa por encima del espacio perineal profundo. La orina se extravasará hacia la pelvis verdadera.

La rotura uretral más grave se relaciona con lesiones pélvicas complejas en las cuales existe una rotura completa de los ligamentos puboprostáticos. La próstata se luxa en sentido superior, no sólo por la rotura de los ligamentos, sino también por la formación de un gran hematoma dentro de la pelvis verdadera. El diagnóstico se puede establecer por palpación de una próstata elevada en el tacto rectal.

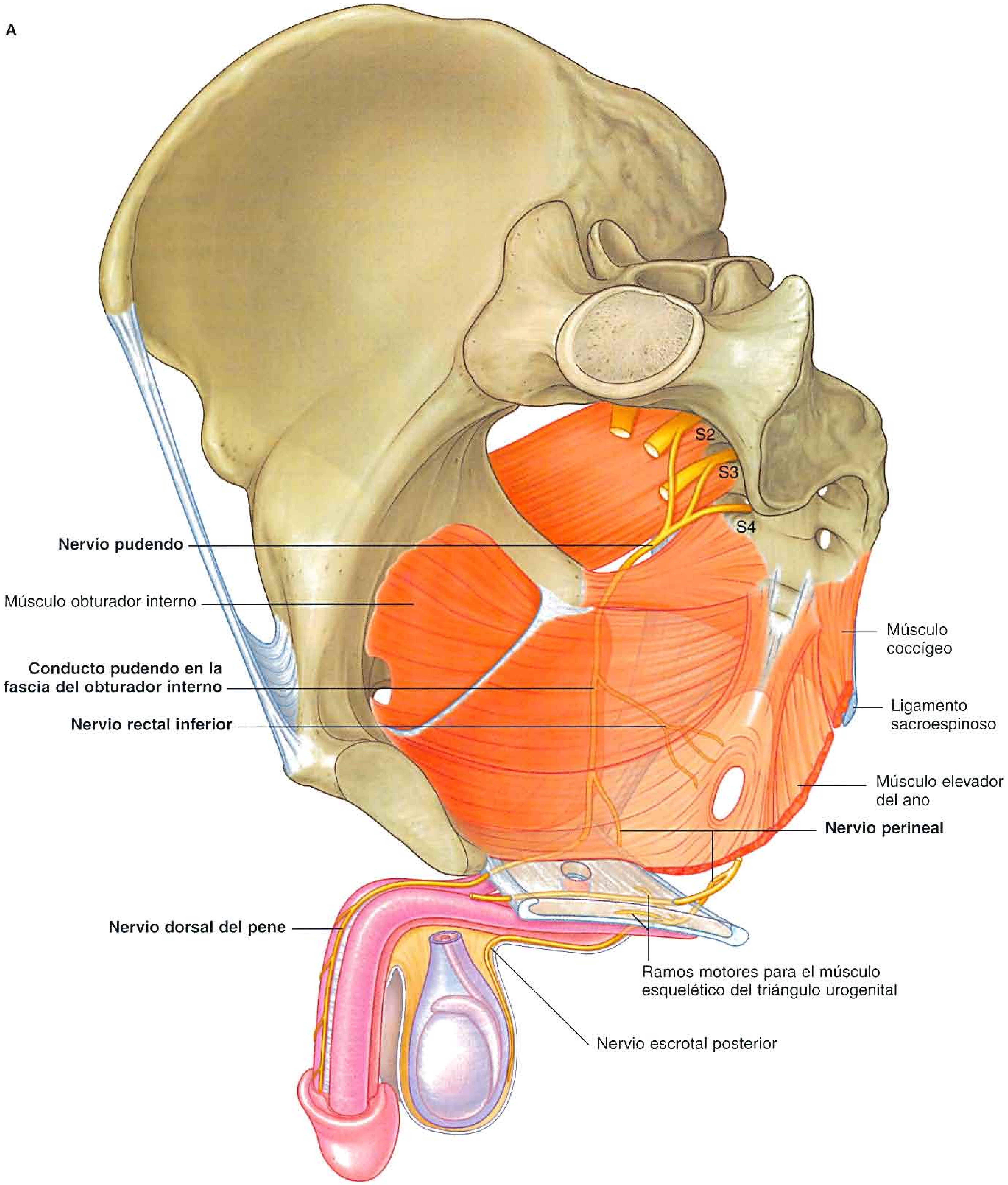


Fig. 5.76 Nervio pudendo. **A.** Varones.

Continúa

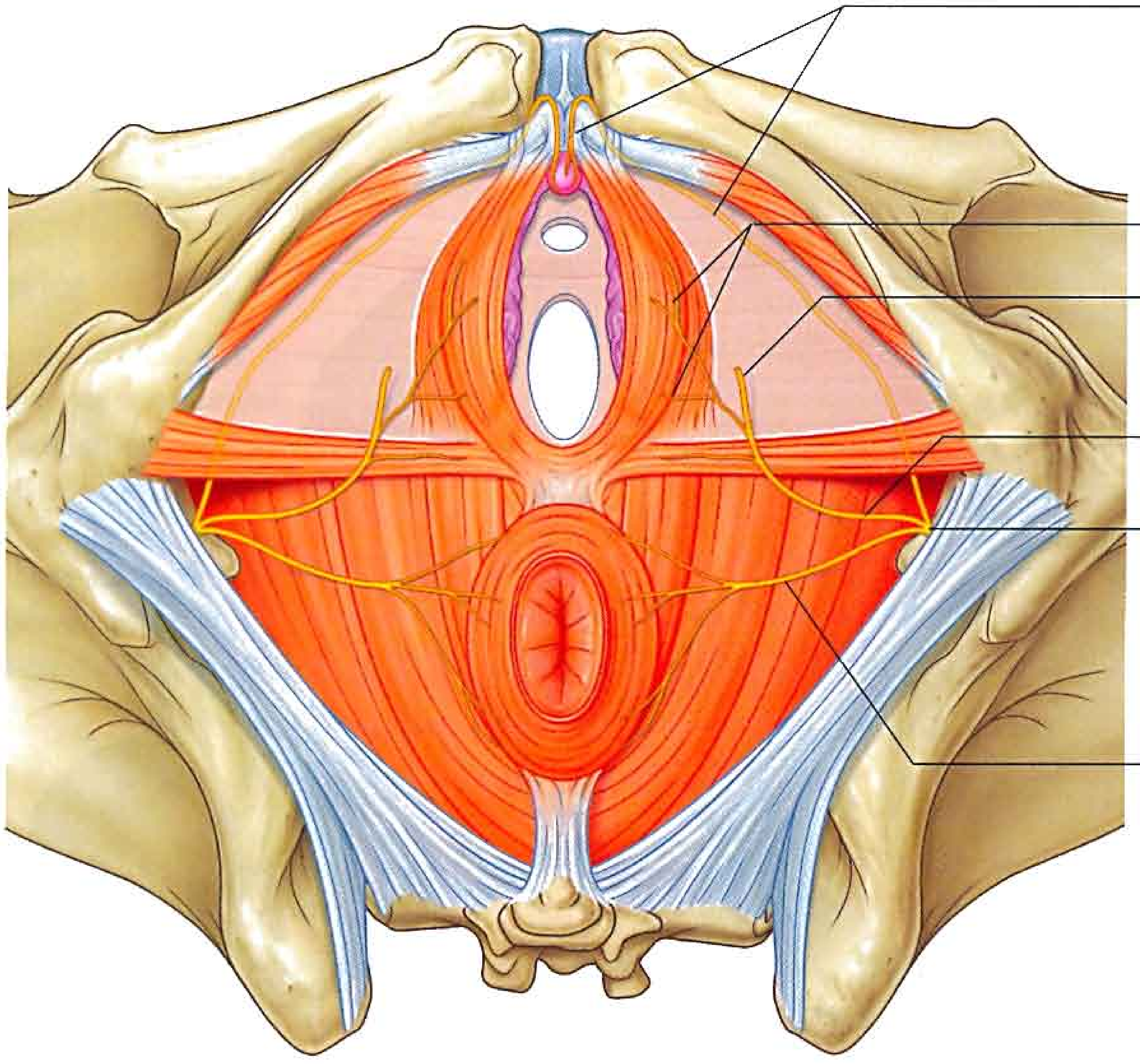


Fig. 5.76 *(cont.)* Nervio pudendo. **B.** Mujeres.

Nervios viscerales

Los nervios viscerales entran en el periné por dos vías:

- Los que se dirigen hacia la piel, que son principalmente los ramos simpáticos posganglionares, llegan a la región por el nervio pudendo (v. pág. 424 y fig. 5.61). Estas fibras se unen al nervio pudendo procedentes de los ramos comunicantes grises que conectan las partes pélvicas de los troncos simpáticos con los ramos anteriores de los nervios espinales sacros.
- Los que se dirigen a los tejidos eréctiles entran en la región principalmente atravesando el espacio perineal profundo desde el plexo hipogástrico inferior en la cavidad pélvica (v. pág. 426 y fig. 5.62). Las fibras que estimulan la erección son fibras parasimpáticas, que entran en el plexo hipogástrico inferior a través de los nervios esplácnicos pélvicos desde los niveles medulares S2 a S4.

Vasos sanguíneos

Arterias

La principal arteria del periné es la arteria pudenda interna (fig. 5.77). Otras arterias que entran en esta zona son la pudenda externa, la testicular y la cremastérica.

Arteria pudenda interna

La **arteria pudenda interna** se origina como una rama del tronco anterior de la arteria ilíaca interna en la pelvis (fig. 5.77). Junto con el nervio pudendo, abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme. Rodea la espina ilíaca, donde pasa lateral al nervio, entra en el periné atravesando el agujero ciático menor y acompaña al nervio pudendo en el conducto pudendo de la pared lateral de la fosa isquioanal.

Las ramas de la arteria pudenda interna, similares a las del nervio pudendo en el periné, son las arterias rectal inferior y perineal, junto a ramas para los tejidos eréctiles del pene y del clítoris (fig. 5.77).

Arterias rectales inferiores

Una o más **arterias rectales inferiores** se originan en la arteria pudenda interna en el triángulo anal y atraviesan la fosa isquioanal medialmente para ramificarse e irrigar el músculo y la piel relacionada. Se anastomosan con las arterias rectales media y superior procedentes de la arteria ilíaca interna y la arteria mesentérica inferior, respectivamente, para formar una red de vasos que irriga el recto y el conducto anal.

Arteria perineal

La **arteria perineal** se origina cerca del extremo anterior del conducto pudendo y da lugar a una rama perineal transversa y a una arteria escrotal o labial posterior para los tejidos y la piel circundantes.

Porción terminal de la arteria pudenda interna

La porción terminal de la arteria pudenda interna acompaña al nervio dorsal del pene o del clítoris en el espacio perineal profundo y proporciona ramas a los tejidos del espacio perineal profundo y los tejidos eréctiles.

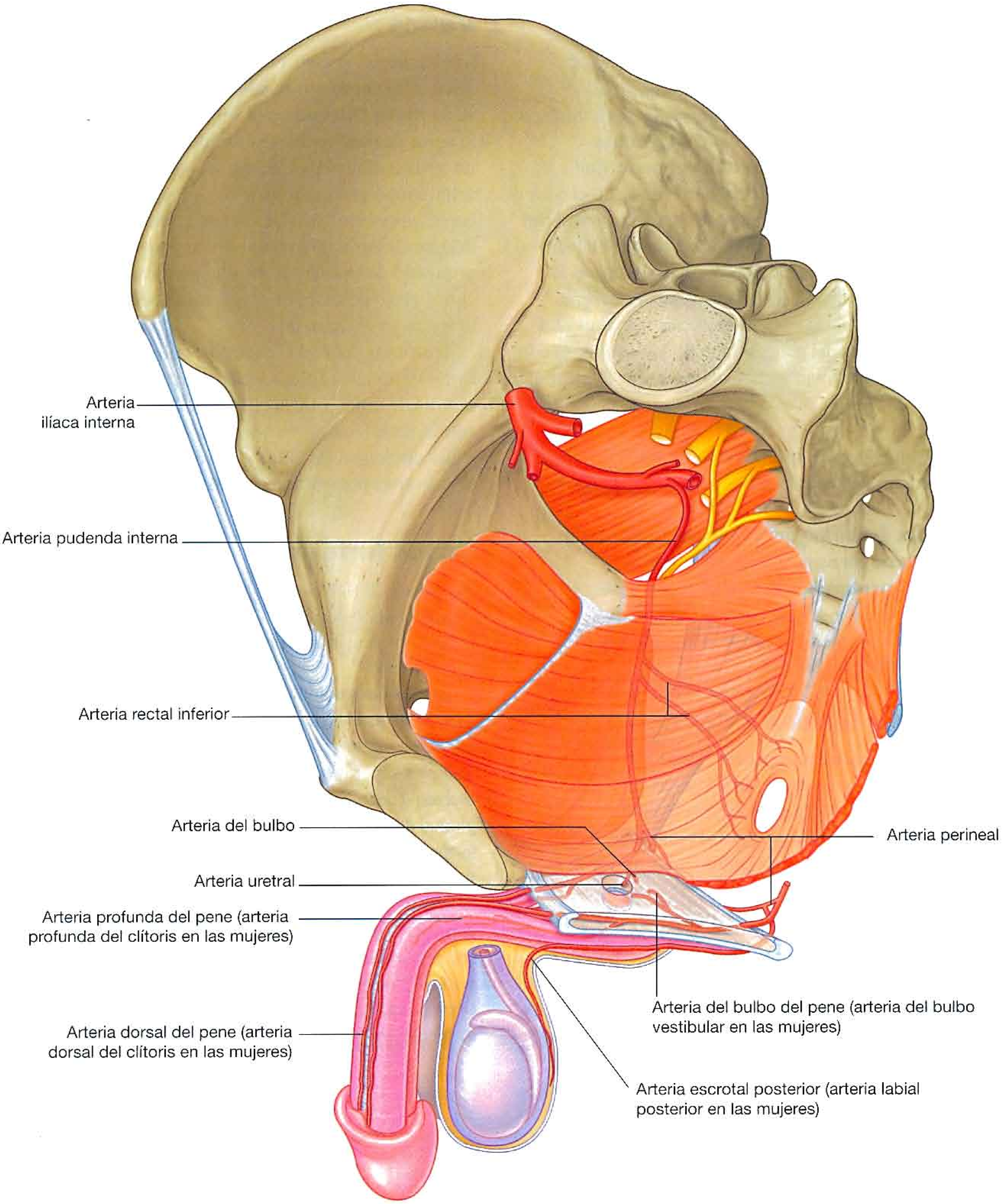


Fig. 5.77 Arterias en el periné.

Las ramas que irrigan los tejidos eréctiles en los varones son la arteria del bulbo del pene, la arteria uretral, la arteria profunda del pene y la arteria dorsal del pene (fig. 5.77):

- La **arteria del bulbo del pene** tiene una rama que irriga la glándula bulbouretral y después penetra en la membrana perineal para irrigar el cuerpo esponjoso.
- La **arteria uretral** también penetra en la membrana perineal e irriga la uretra peneana y el tejido eréctil circundante hasta el glande.
- Cerca del borde anterior del espacio perineal profundo, la arteria pudenda interna se bifurca en dos ramas terminales. Una **arteria profunda del pene,** que penetra en la membrana perineal para entrar en el pilar e irrigar a éste y al cuerpo cavernoso. La **arteria dorsal del pene** penetra en el borde anterior de la membrana perineal para unirse a la superficie dorsal del cuerpo del pene. El vaso discurre a lo largo de la superficie dorsal del pene, medial al nervio dorsal, e irriga el glande del pene y los tejidos superficiales del pene; también se anastomosa con las ramas de la arteria profunda del pene y de la arteria uretral.

Las ramas que irrigan los tejidos eréctiles en las mujeres son similares a las de los varones.

- Las **arterias del bulbo del vestíbulo** irrigan dicho bulbo y la parte correspondiente de la vagina.
- Las **arterias profundas del clítoris** irrigan los pilares y el cuerpo cavernoso.
- Las **arterias dorsales del clítoris** irrigan el tejido circundante y el glande.

Arterias pudendas externas

Las **arterias pudendas externas** incluyen un vaso superficial y uno profundo que se originan a partir de la arteria femoral en el muslo. Discurren medialmente para entrar en el periné por su zona anterior e irrigan la piel relacionada del pene y del escroto o del clítoris y de los labios mayores.

Arterias testicular y cremastérica

En los varones, las **arterias testiculares** se originan en la aorta abdominal y descienden hacia el escroto a través del conducto inguinal para irrigar los testículos. También las **arterias cremastéricas,** que se originan en la rama epigástrica inferior de la arteria ilíaca externa, acompañan al cordón espermático hacia el escroto.

En las mujeres, las pequeñas arterias cremastéricas siguen al ligamento redondo del útero a través del conducto inguinal.

Venas

Las venas del periné suelen acompañar a las arterias y se unen a las **venas pudendas internas,** que conectan con la **vena ilíaca interna** en la pelvis (fig. 5.78). La excepción es la **vena dorsal profunda del pene o del clítoris,** que drena principalmente el glande y los cuerpos cavernosos. La vena dorsal profunda discurre a lo largo de la línea media, entre las arterias dorsales de cada lado del cuerpo del pene o del clítoris, atraviesa el espacio que queda entre el ligamento arqueado del pubis y el espacio perineal profundo y conecta con el plexo de venas que rodean la próstata en los varones o la vejiga en las mujeres.

Las venas pudendas externas, que drenan las partes anteriores de los labios mayores o del escroto y se superponen con la zona de drenaje de las venas pudendas internas, conectan con la vena femoral en el muslo. Las venas dorsales superficiales del pene o del clítoris que drenan la piel son tributarias de las venas pudendas externas.

Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos de las partes profundas del periné acompañan a los vasos sanguíneos pudendos internos y drenan principalmente en los **ganglios ilíacos internos** de la pelvis.

Los conductos linfáticos de los tejidos superficiales del pene o del clítoris acompañan a los vasos sanguíneos pudendos externos superficiales y drenan principalmente en los ganglios inguinales superficiales, al igual que los conductos linfáticos del escroto o de los labios mayores (fig. 5.79). El glande del pene, el glande del clítoris, los labios menores y el extremo terminal inferior de la vagina drenan en los ganglios inguinales profundos y en los ganglios ilíacos externos.

Los vasos linfáticos de los testículos drenan a través de los conductos que ascienden por el cordón espermático, atraviesan el conducto inguinal y ascienden por la pared abdominal posterior para conectar de forma directa con los ganglios aórticos y preaórticos laterales que rodean la aorta, aproximadamente en los niveles vertebrales L1 y L2.

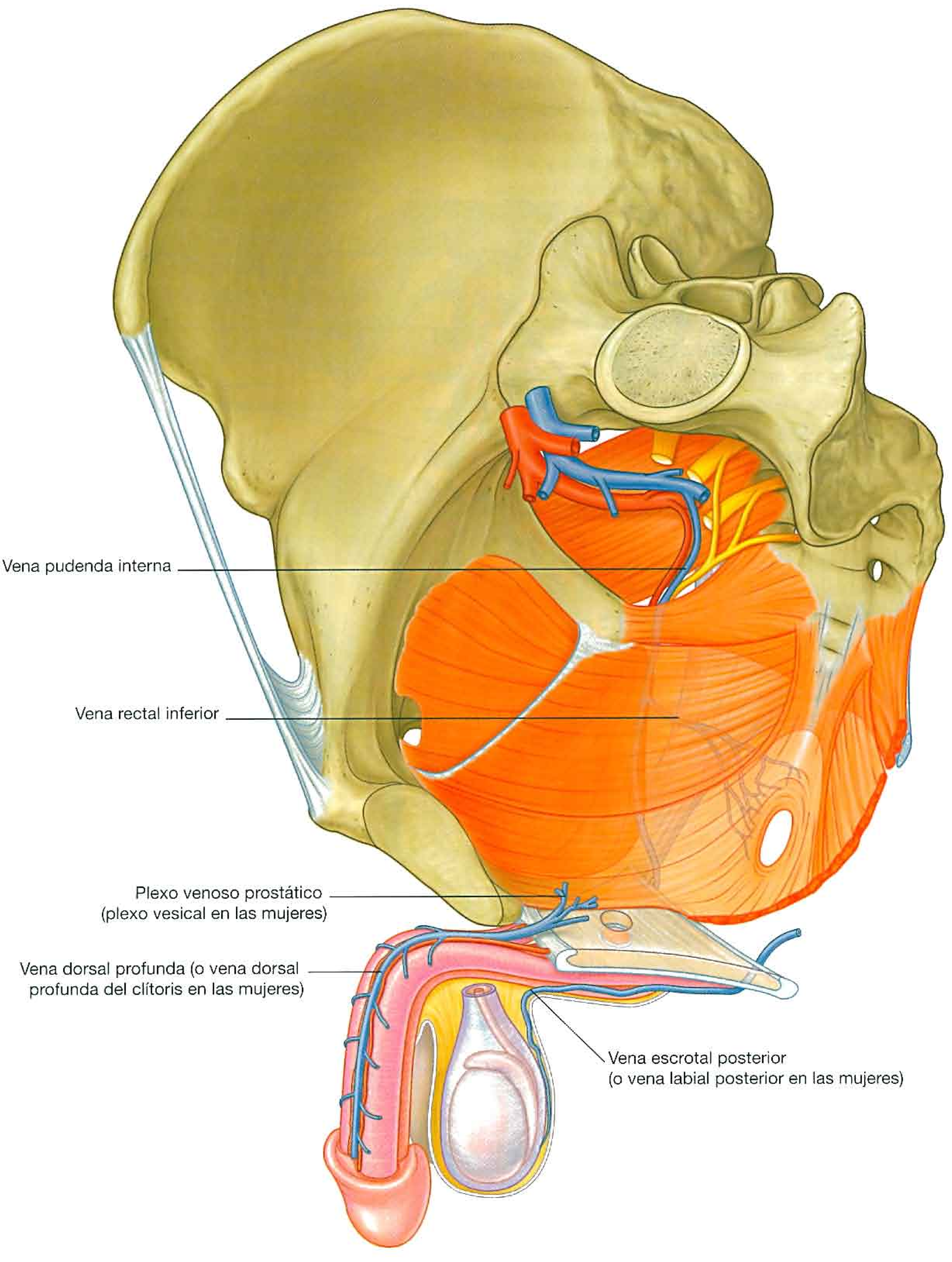


Fig. 5.78 Venas del periné.

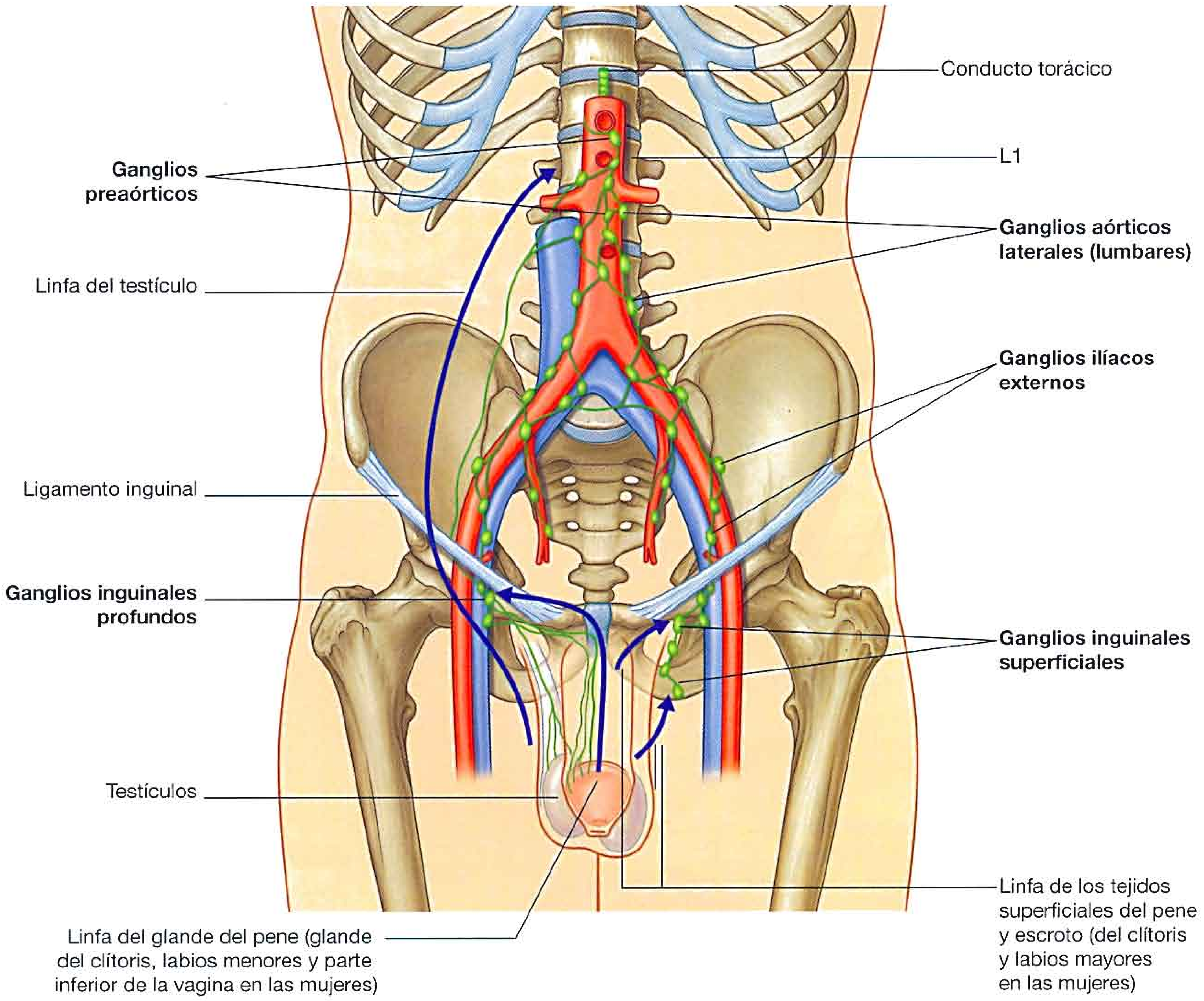


Fig. 5.79 Drenaje linfático del periné.

Anatomía de superficie

Anatomía de superficie de la pelvis y el periné

Las características óseas palpables de la pelvis se usan como puntos de referencia para:

- Localizar las estructuras de tejidos blandos.
- Visualizar la orientación de la abertura superior de la pelvis.
- Definir los bordes del periné.

La capacidad para reconocer el aspecto normal de las estructuras del periné es una parte esencial de la exploración física.

En las mujeres, se puede visualizar el cuello uterino directamente abriendo el conducto vaginal con un espéculo.

En los varones, se puede evaluar el tamaño y la textura de la próstata en la cavidad pélvica mediante tacto rectal a través del orificio anal.

Orientación de la pelvis y del periné en la posición anatómica

En la posición anatómica, las espinas ilíacas anterosuperiores y el borde anterosuperior de la sínfisis del pubis se sitúan en el mismo plano vertical. La abertura superior de la pelvis mira en sentido anterosuperior. El triángulo urogenital del periné se orienta en un plano casi horizontal y se dirige en sentido inferior, mientras que el triángulo anal es más vertical y mira en sentido posterior (figs. 5.80 y 5.81).

Cómo definir los bordes del periné

La sínfisis del pubis, las tuberosidades isquiáticas y la punta del sacro son palpables y se pueden usar para definir los límites del periné, lo que se realiza mejor con los pacientes tumbados sobre la espalda, con los muslos flexionados y en abducción en posición de litotomía (fig. 5.82).

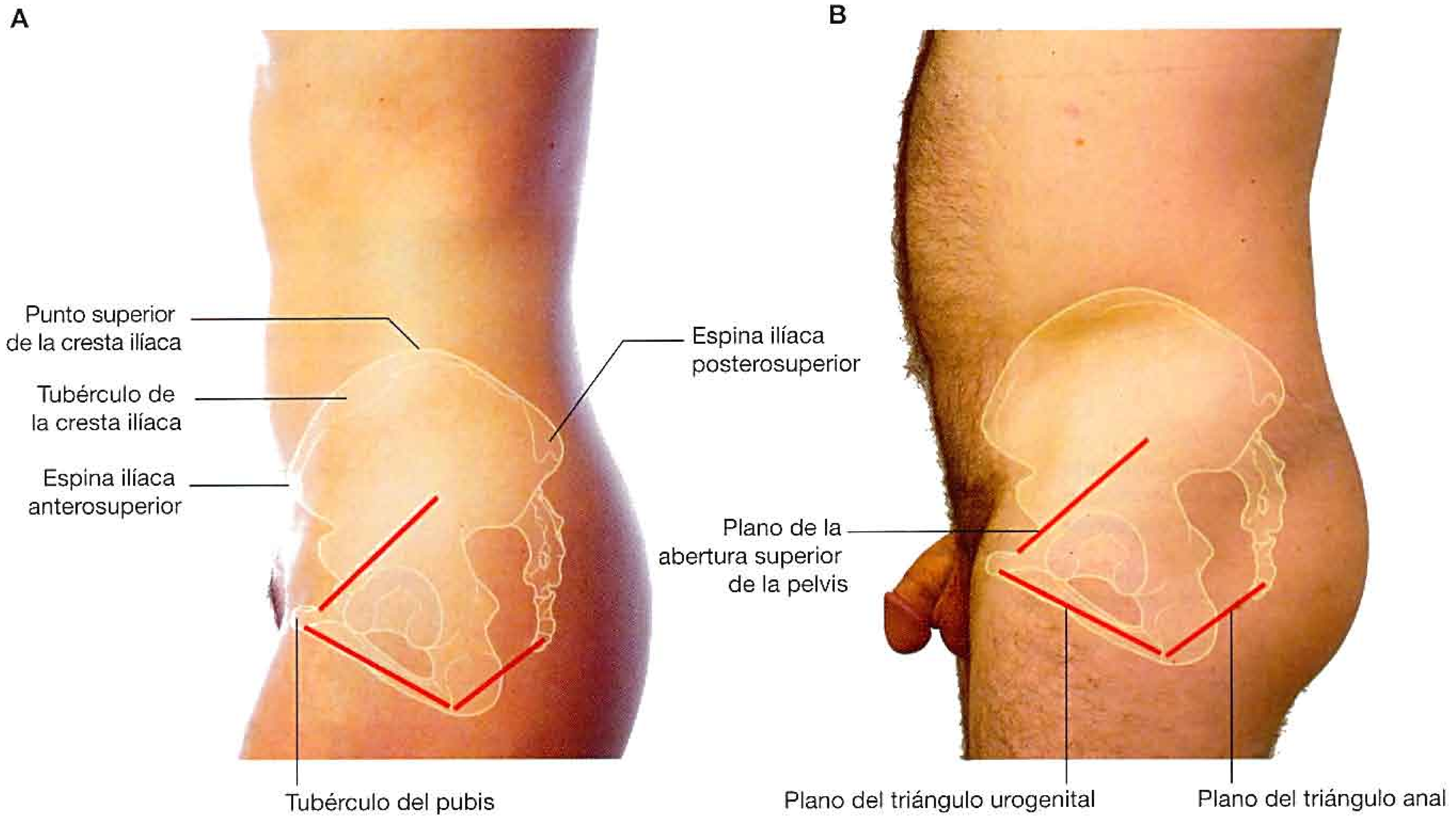


Fig. 5.80 Vista lateral de las zonas pélvicas, donde se indica la posición de las características óseas. También se muestra la orientación de la abertura superior de la pelvis, del triángulo urogenital y del triángulo anal. **A.** Mujeres. **B.** Varones.

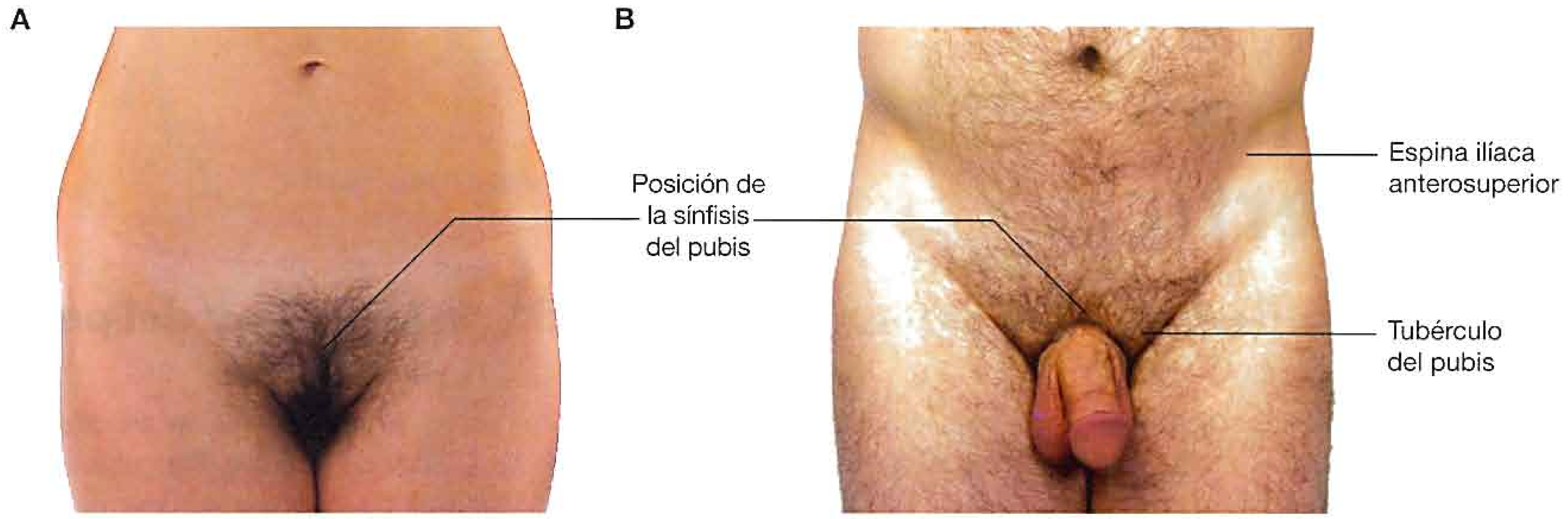


Fig. 5.81 Vista anterior de la zona pélvica. **A.** En una mujer, donde se muestra la posición de la sínfisis del pubis. **B.** En un varón, donde se muestran las posiciones de los tubérculos del pubis, de la sínfisis del pubis y de las espinas ilíacas anterosuperiores.

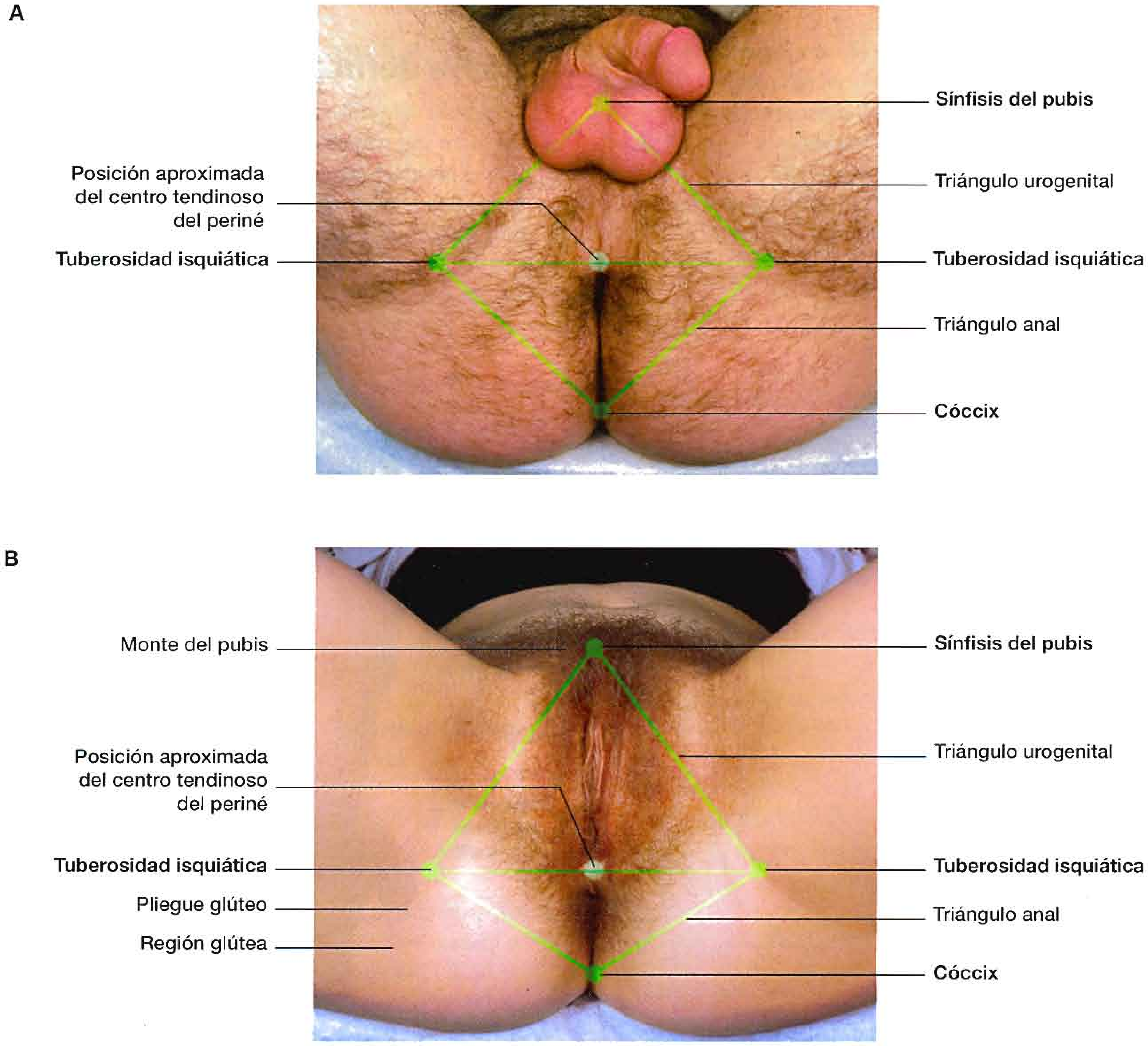


Fig. 5.82 Vista inferior del periné en la posición de litotomía. Se indican los límites, subdivisiones y puntos palpables de referencia. **A.** Varones. **B.** Mujeres.

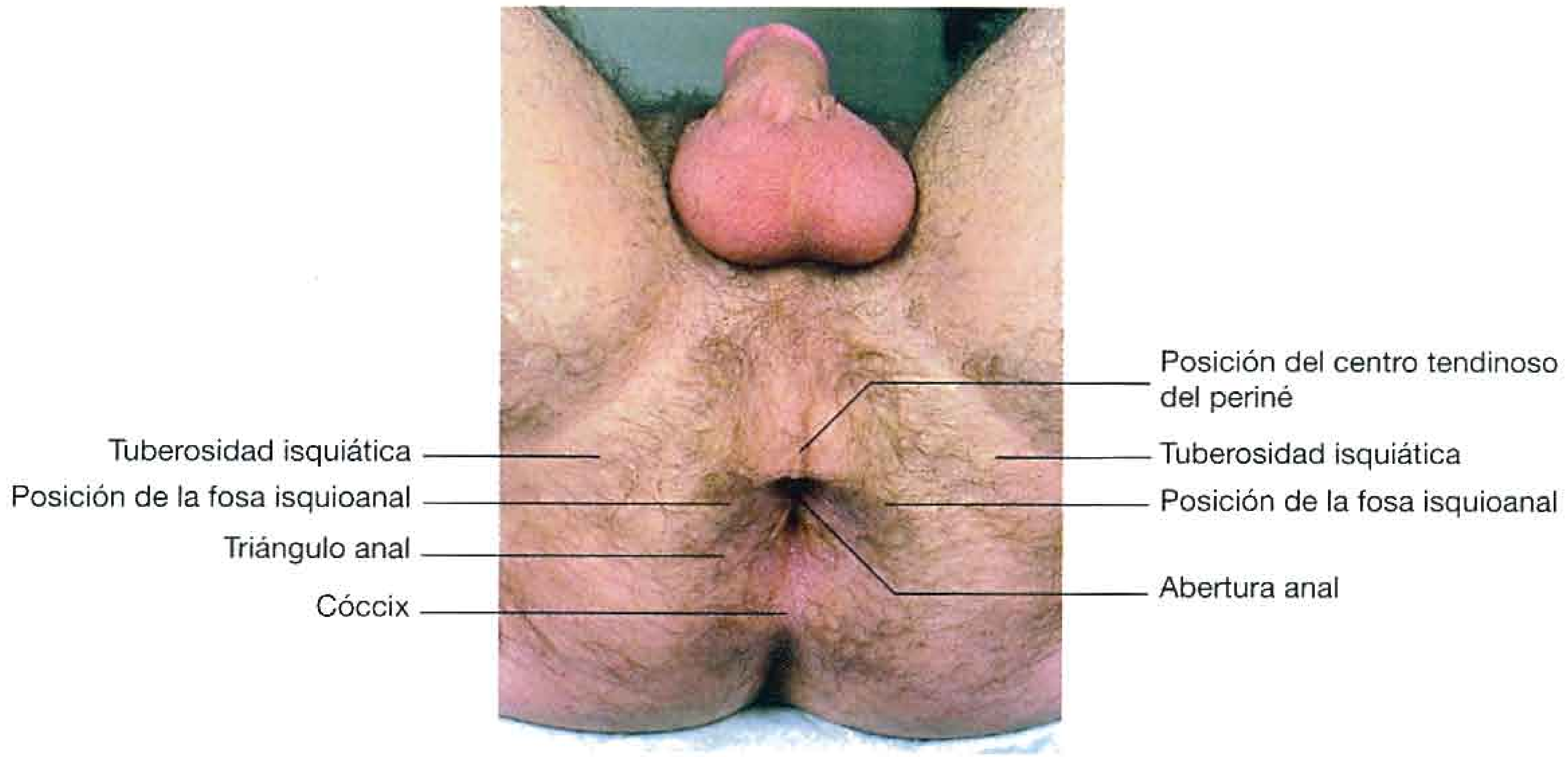
- Las tuberosidades isquiáticas se pueden palpar a cada lado como grandes masas óseas cerca del pliegue cutáneo (pliegue glúteo) situado entre el muslo y la región glútea. Marcan las esquinas laterales del periné romboidal.
- La punta del cóccix puede palparse en la línea media, posterior al orificio anal y marca el límite más posterior del periné.
- El límite anterior del periné es la sínfisis del pubis. En las mujeres, se puede palpar en la línea media, en profundidad al monte del pubis. En los varones se palpa inmediatamente por encima del lugar en el que el cuerpo del pene se une a la pared abdominal inferior.

Las líneas imaginarias que unen las tuberosidades isquiáticas con la sínfisis del pubis por delante y con la punta del cóccix por detrás definen la forma romboidal del periné. Otra línea adicional trazada entre las tuberosidades isquiáticas divide el periné en dos triángulos: el triángulo urogenital en la parte anterior y el triángulo anal en la posterior. Esta línea también indica la posición aproximada del borde posterior de la membrana perineal. El punto medio de esta línea marca la localización del centro tendinoso del periné (cuerpo perineal).

Identificación de estructuras en el triángulo anal

El triángulo anal es la mitad posterior del periné. La base del triángulo se dirige en sentido anterior y forma una línea imaginaria que une las dos tuberosidades isquiáticas. El vértice del triángulo es la punta del cóccix; los bordes laterales se pueden aproximar, mediante líneas que unen el cóccix con las tuberosidades isquiáticas. Tanto en varones como en mujeres, la principal característica del triángulo anal es el orifi-

A



B

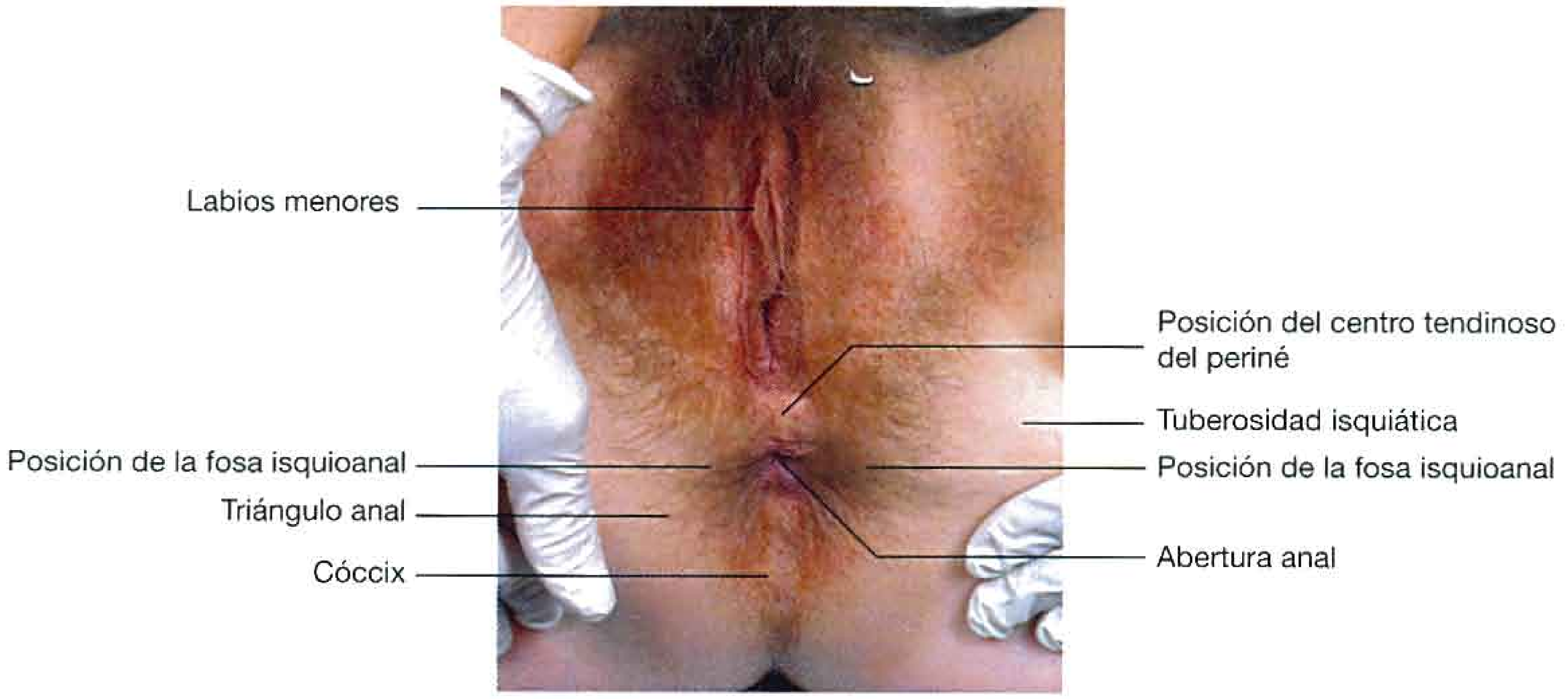


Fig. 5.83 Triángulo anal, donde se indica el orificio anal y la posición de las fosas isquioanales. **A.** Varones. **B.** Mujeres.

cio anal en el centro del triángulo. Las fosas isquioanales, a cada lado del orificio anal, están rellenas de grasa (fig. 5.83).

Identificación de estructuras en el triángulo urogenital de la mujer

El triángulo urogenital es la mitad anterior del periné. La base del triángulo mira en sentido posterior y es una línea imaginaria que une las dos tuberosidades isquiáticas. El vértice del triángulo es la sínfisis del pubis. Los bordes laterales pueden aproximarse mediante líneas que unen la sínfisis del pubis a las tuberosidades isquiáticas. Estas líneas quedan por encima de las ramas isquiopubianas, que pueden percibirse en la palpación profunda.

En las mujeres, el contenido principal del triángulo urogenital es el clítoris, el vestíbulo y los pliegues cutáneos, que se unen para formar la vulva (figs. 5.84A y 5.84B).

Otros dos pliegues cutáneos delgados, los labios menores, encierran entre ellos un espacio denominado vestíbulo, dentro del cual se abren la vagina y la uretra (fig. 5.84C). Una suave tracción lateral sobre los labios menores abre el vestíbulo y permite ver una prominencia de tejido blando sobre la cual se abre la uretra. Las glándulas parauretrales (de Skene), una a cada lado, se abren en el pliegue

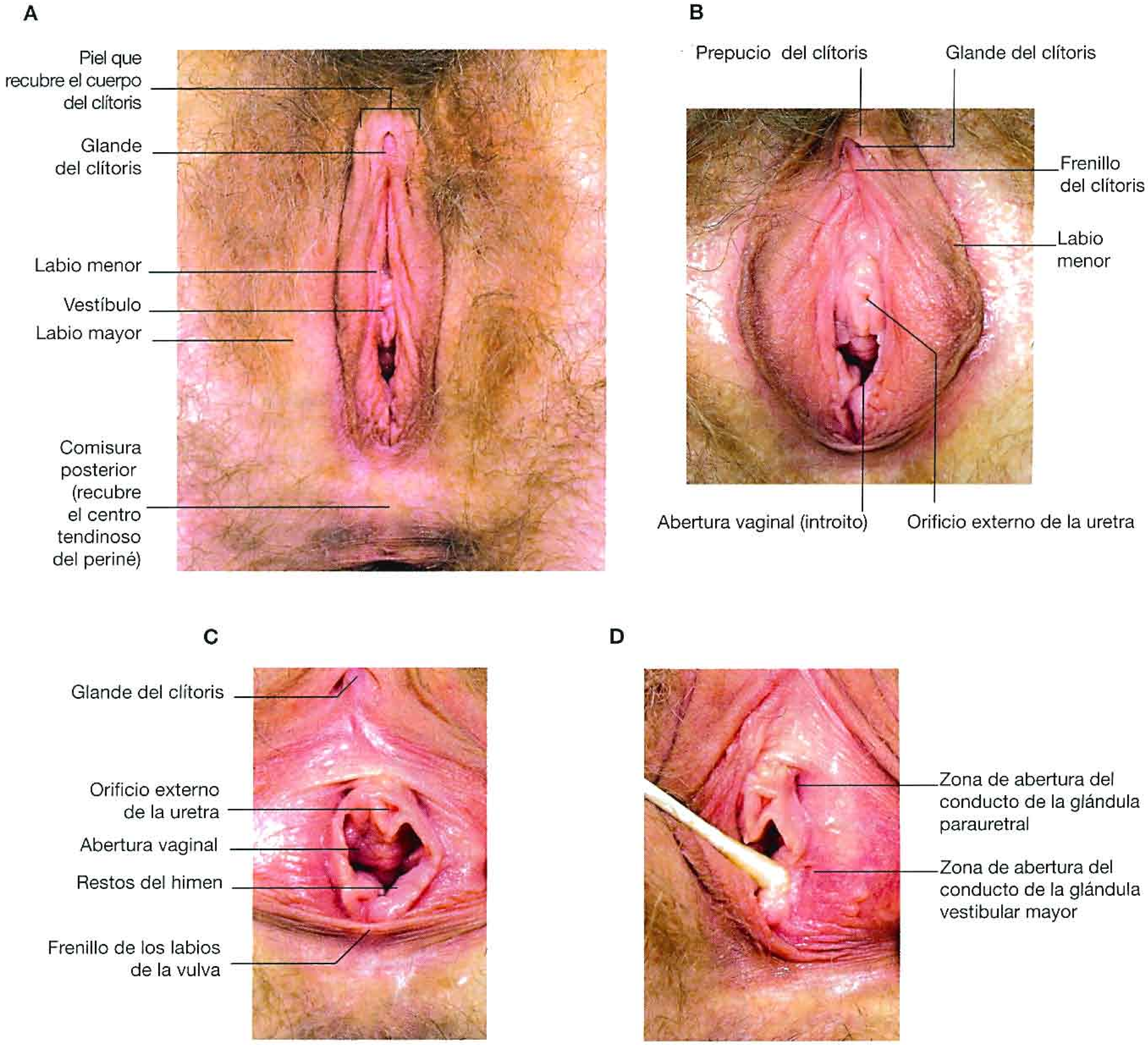


Fig. 5.84 Estructuras del triángulo urogenital femenino. **A.** Vista inferior del triángulo urogenital femenino, donde se indican sus características principales. **B.** Vista inferior del vestíbulo. Se han separado los labios menores para abrir el vestíbulo. También se indican el glande, el prepucio y el frenillo del clítoris. **C.** Vista inferior del vestíbulo que muestra los orificios uretral y vaginal, y el himen. Se han separado los labios menores más que en la figura 5.86B. **D.** Vista inferior del vestíbulo con el labio menor izquierdo retirado a un lado para mostrar las regiones del vestíbulo en el que se abren las glándulas vestibular mayor y parauretral.

Continúa

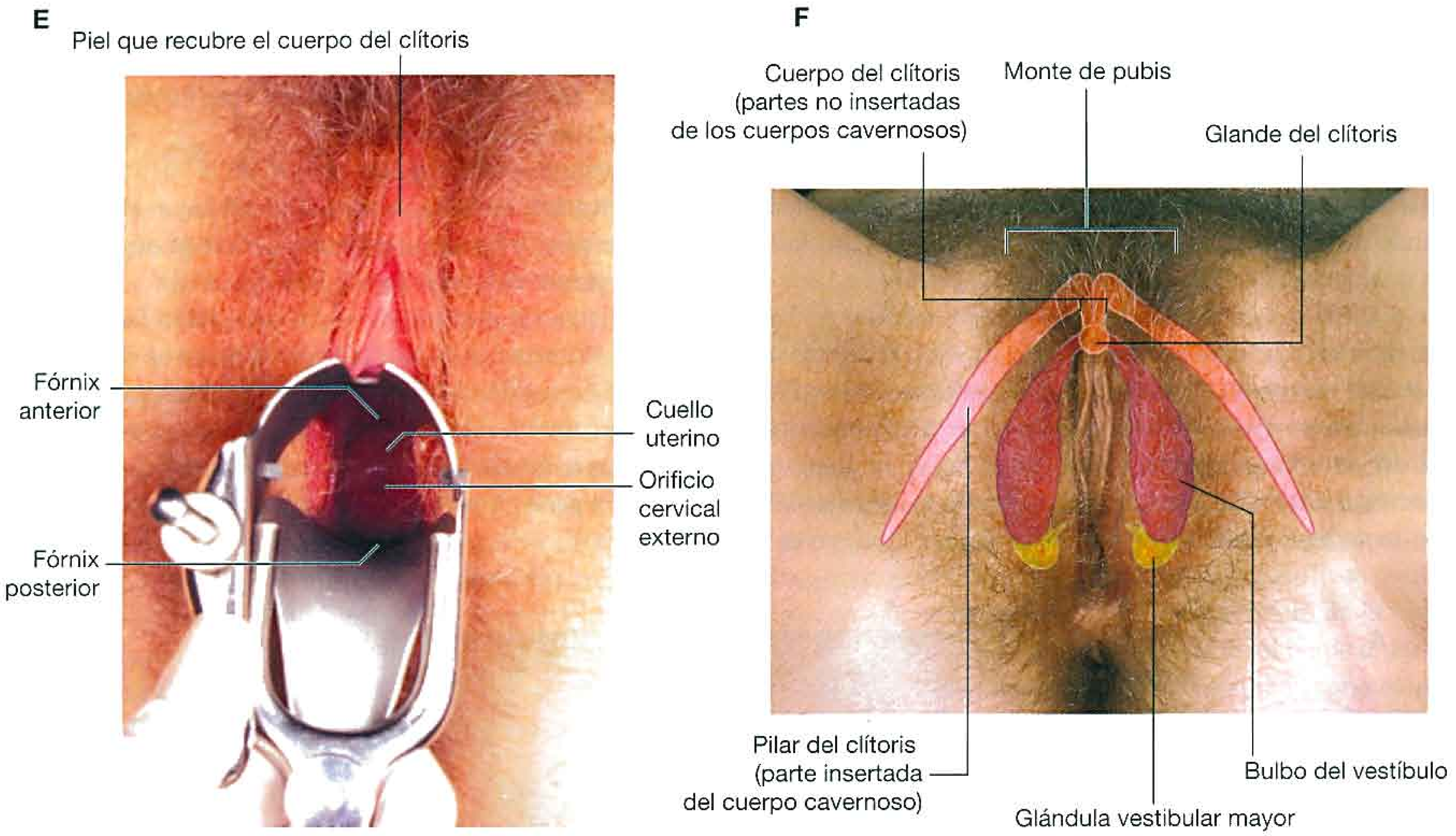


Fig. 5.84 ***(cont.)*** E. Imagen del cuello uterino a través del conducto vaginal. F. Vista inferior del triángulo urogenital femenino, en la que se indican por trasparencia los tejidos eréctiles del clítoris y el vestíbulo, así como las glándulas vestibulares mayores.

cutáneo formado entre la uretra y los labios menores (fig. 5.84D).

Por detrás de la uretra se encuentra la abertura vaginal (el introito), rodeada por los restos del himen que originariamente cierra el orificio vaginal y que suele romperse durante la primera relación sexual. El conducto de las glándulas vestibulares mayores (de Bartholin), uno a cada lado, se abre en el pliegue cutáneo situado entre el himen y el labio menor adyacente.

Cada uno de los labios menores se bifurca en su extremo anterior en los pliegues medial y lateral. Los pliegues mediales se unen en la línea media para formar el frenillo del clítoris. Los pliegues laterales, más grandes, también se unen atravesando la línea media para constituir el prepucio del clítoris, que cubre el glande y las partes distales del cuerpo del clítoris. Los labios menores se unen por detrás del orificio vaginal formando un pliegue cutáneo transverso (el frenillo de los labios de la vulva).

Los labios mayores son unos pliegues anchos situados lateralmente a los labios menores. Se unen por delante para formar el monte del pubis, que recubre la cara inferior de la sínfisis del pubis. Los extremos posteriores de los labios mayores están separados por una depresión denominada comisura posterior, que recubre la posición del centro tendinoso del periné.

El cuello uterino es visible cuando el conducto vaginal se abre con un espéculo (fig. 5.84E). El orificio cervical externo se abre sobre la superficie de la cúpula que forma el cuello. Entre el cuello y la pared vaginal aparece un espacio o conducto, denominado fórnix, que se subdivide a su vez, según su localización, en los fórnices anterior, posterior y lateral.

Las raíces del clítoris son estructuras profundas en relación con las características superficiales del periné y se insertan en las ramas isquiopubianas y en la membrana perineal.

Los bulbos del vestíbulo (fig. 5.84F), compuestos por tejidos eréctiles, se sitúan en profundidad a los labios menores a cada lado del vestíbulo. Estas masas eréctiles se continúan, mediante unas bandas finas de tejidos eréctiles, con el glande del clítoris, que es visible bajo su prepucio. Las glándulas vestibulares mayores aparecen por detrás de los bulbos del vestíbulo a cada lado del orificio vaginal.

Los pilares del clítoris se insertan, uno a cada lado, en las ramas isquiopubianas. Cada pilar está formado por la parte insertada del cuerpo cavernoso. En la zona anterior, estos cuerpos eréctiles se desprenden del hueso, se curvan en sentido posteroinferior y se unen para formar el cuerpo del clítoris.

El cuerpo de clítoris queda por debajo de la cresta de piel situada inmediatamente por delante del prepucio del clítoris. El glande del clítoris se ubica en el extremo del cuerpo de clítoris.

Identificación de estructuras en el triángulo urogenital de los varones

En los varones, el triángulo urogenital contiene la raíz del pene. Los testículos y las estructuras relacionadas, aunque

migran dentro del escroto desde el abdomen, suelen evaluarse con el pene durante la exploración física.

El escroto en los varones es homólogo a los labios mayores de las mujeres. Cada testículo ovalado se puede palpar con facilidad a través de la piel del escroto (fig. 5.85A). En situación posterolateral al testículo hay una masa alargada de tejido, visible a menudo como una cresta elevada que contiene los vasos linfáticos y sanguíneos del testículo, el epidídimo y el conducto deferente. Sobre la piel que separa los lados derecho e izquierdo del escroto se ve un rafe en la línea media (fig. 5.85B). En algunos varones, este rafe hace prominencia y se extiende desde el orificio anal, sobre el escroto y a lo largo de la superficie ventral del cuerpo del pene, hasta llegar al frenillo del glande.

La raíz del pene está formada por las partes insertadas del cuerpo esponjoso y de los cuerpos cavernosos. El cuerpo esponjoso se inserta en la membrana perineal y puede palparse fácilmente como una gran masa anterior al centro tendinoso del periné. Esta masa, que está cubierta por los músculos bulboesponjosos, es el bulbo del pene.

El cuerpo esponjoso se desprende de la membrana perineal en su parte anterior, se convierte en la parte ventral del cuerpo de pene y finalmente termina como la expansión que forma el glande del pene (figs. 5.85C y 5.85D).

Los pilares del pene, uno a cada lado, están formados por las partes insertadas de los cuerpos cavernosos en las ramas isquiopubianas (fig. 5.85E). Los cuerpos cavernosos están libres en su extremo anterior y se convierten en las dos masas eréctiles que forman la parte dorsal del cuerpo del pene. El glande del pene cubre el extremo anterior de los cuerpos cavernosos.

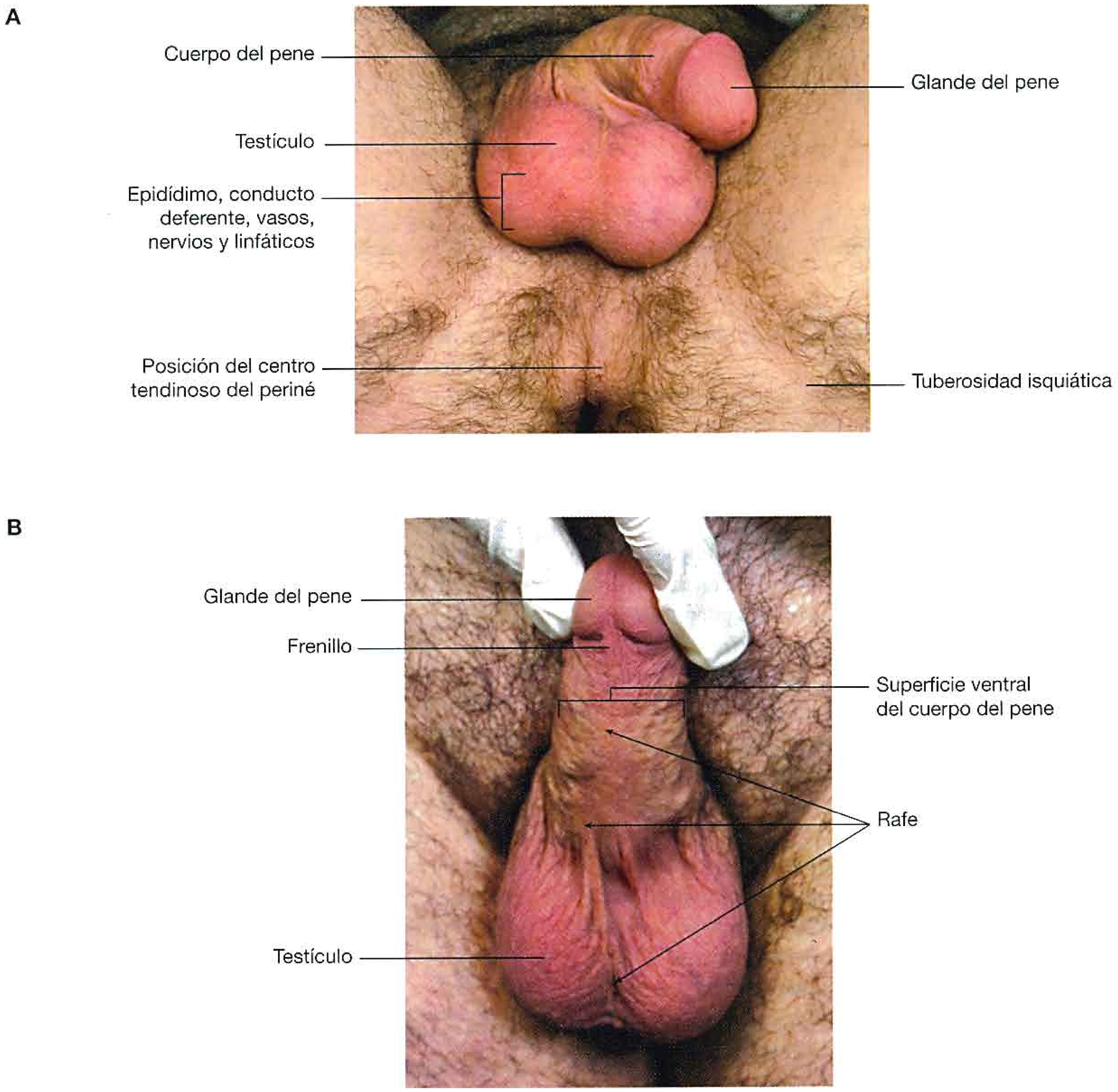


Fig. 5.85 Estructuras del triángulo urogenital masculino. **A.** Vista inferior. **B.** Superficie ventral del cuerpo del pene.

Continúa

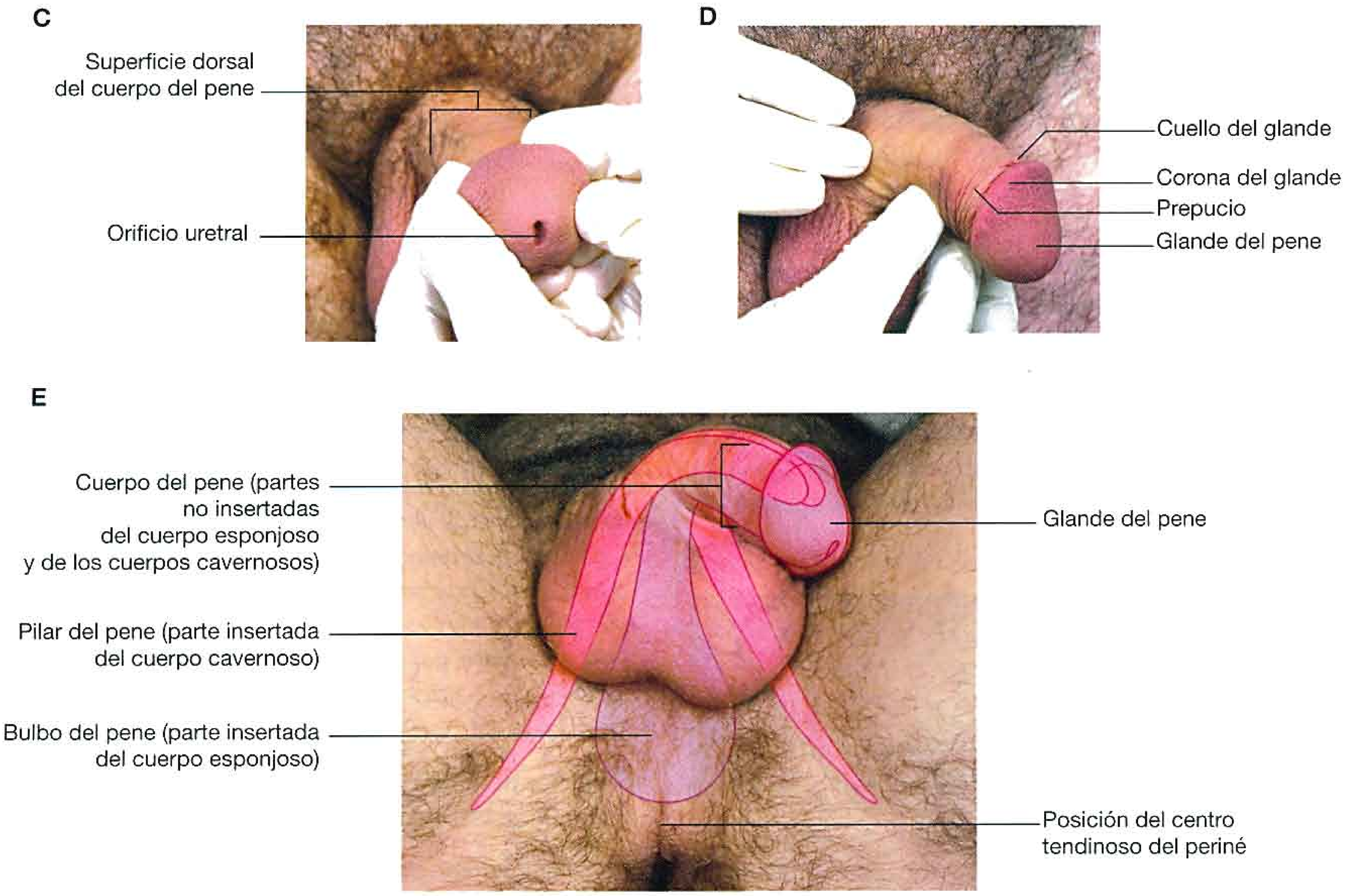


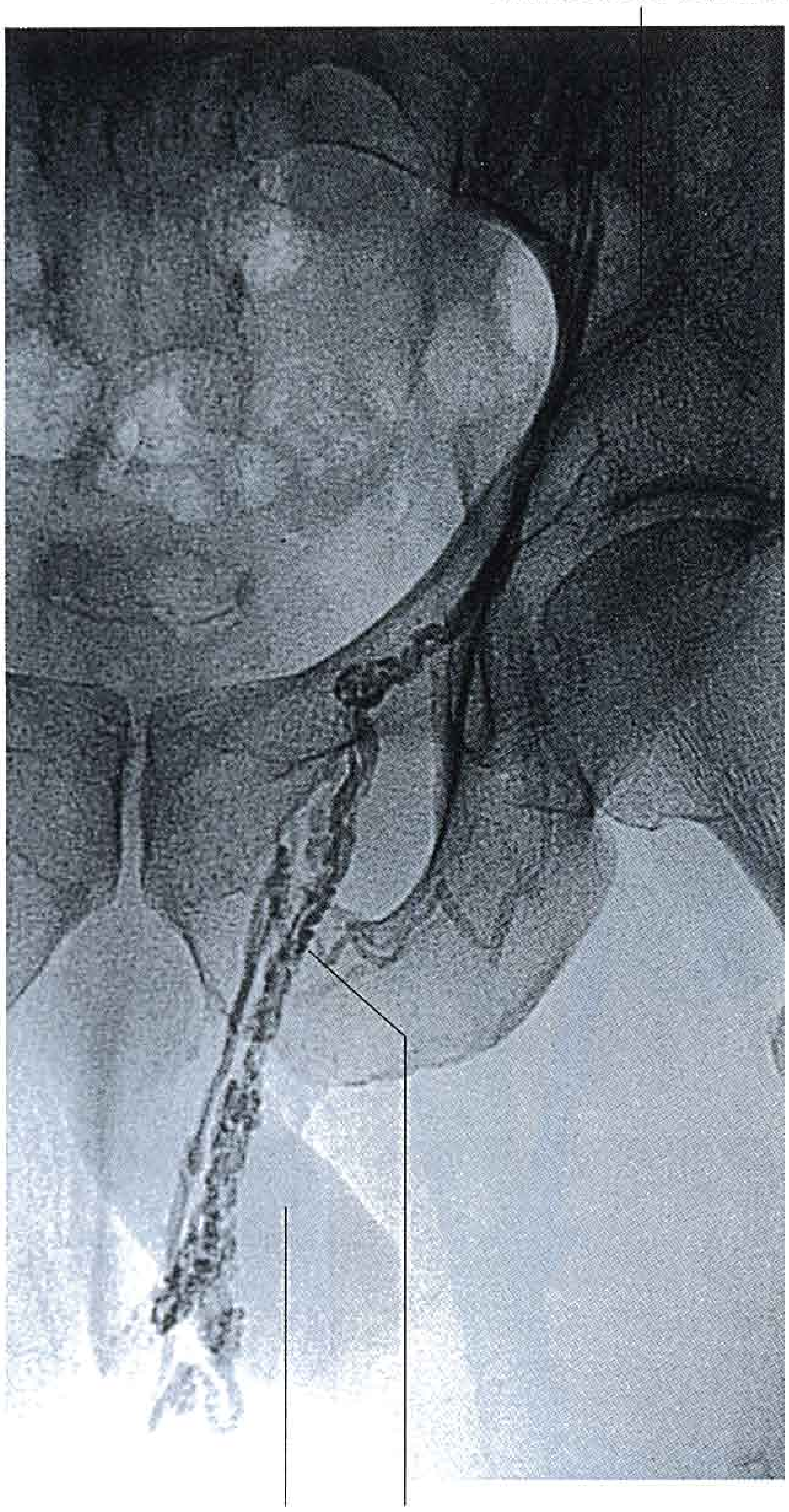
Fig. 5.85 ***(cont.)*** C. Vista anterior del glande del pene, donde se muestra la abertura uretral. **D.** Vista lateral del cuerpo del pene y del glande. **E.** Vista inferior del triángulo urogenital masculino, en la que se indican por trasparencia los tejidos eréctiles del pene.

Casos clínicos

Caso 1

Varicocele

Un joven de 25 años acudió a su médico de familia con una sensación de peso en el lado izquierdo de su escroto. Por lo demás, su estado de salud era bueno y no refería otros síntomas. Durante la exploración, el médico palpó el testículo izquierdo, que era normal, aunque percibió una tumefacción nodular blanda que rodeaba la cara superior del testículo y del epidídimo. En sus notas clínicas describió estos hallazgos como «una bolsa de gusanos» (fig. 5.86), que resultó ser un varicocele.



El drenaje venoso del testículo se realiza a través del plexo pampiniforme de venas que discurre en el cordón espermático. Un varicocele es una colección de venas dilatadas que proceden de este plexo. En muchos aspectos, son similares a las varices que se desarrollan en las piernas. Por lo general el paciente se queja de una sensación de peso en el escroto y alrededor del testículo, que suele empeorar al terminar el día.

El médico de familia recomendó tratamiento quirúrgico a través de una incisión inguinal.

Una técnica quirúrgica sencilla escinde la piel que rodea el ligamento inguinal. La aponeurosis del músculo oblicuo externo se divide en la pared abdominal anterior para dejar al descubierto el cordón espermático. La inspección minuciosa del mismo revela las venas, que se ligan en el procedimiento quirúrgico.

Otra opción consiste en embolizar el varicocele.

En esta técnica se introduce un catéter pequeño a través de la vena femoral derecha. El catéter se hace avanzar por la vena ilíaca externa y la vena ilíaca común, hasta entrar en la vena cava inferior. A continuación, se sitúa en la vena renal izquierda y se realiza una venografía para demostrar el origen de la vena testicular izquierda. El catéter se empuja entonces hasta esta última, llegando a las venas del conducto inguinal y al plexo pampiniforme. Se inyectan unas espirales metálicas que ocluyen los vasos y se retira el catéter.

El paciente preguntó cuánta sangre drenaría de los testículos después de la operación.

Aunque se habían ocluido las principales venas de los testículos, las pequeñas venas colaterales que recorren el interior del escroto y rodean la cara externa del cordón espermático permiten el drenaje sin que reaparezca el varicocele.

Fig. 5.86 Venografía testicular izquierda que demuestra el plexo venoso pampiniforme.

Caso 2

Compresión del nervio ciático

Un varón joven acudió con dolor en la región glútea derecha, en la cara posterior del muslo y alrededor de las caras posterior y lateral de la pierna. Al hacérsele un interrogatorio más minucioso describió que el dolor también se irradiaba sobre la parte lateral del pie, en particular rodeando el maléolo lateral.

Las áreas de dolor coinciden con dermatomas. El dermatoma involucrado es el que corresponde a las regiones de los nervios L4 a S3.

En las semanas siguientes el paciente comenzó a desarrollar debilidad muscular, predominantemente un pie caído.
Estos hallazgos son compatibles con la pérdida de la función motora y el cambio sensitivo en el nervio peroneo común, que es un ramo del nervio ciático en la extremidad inferior.

Una tomografía computarizada (TC) de abdomen y la pelvis reveló una masa en la cara posterior del lado derecho de la pelvis. La masa era anterior al músculo piriforme y adyacente al recto.

En el vientre anterior del músculo piriforme se constituye el nervio ciático a partir de las raíces de los nervios L4 a S3. La masa de la pelvis del paciente comprimía este nervio, lo que producía su disfunción sensitivomotora.

Durante la cirugía se encontró que la masa era un tumor nervioso benigno, que se extirpó. Este paciente no tuvo ningún defecto neurológico persistente.

Caso 3

Riñón pélvico

Una mujer joven acudió a su médico de familia con un leve dolor abdominal alto. Una ecografía demostró la existencia de colelitiasis, que explicaba el dolor. Sin embargo, cuando el técnico valoró la pelvis, observó una masa por detrás de la vejiga con datos ecográficos compatibles con una estructura renal (fig. 5.87).

¿Qué hizo el ecografista a continuación? Una vez demostrada esta masa pélvica por detrás de la vejiga, evaluó ambos riñones. La paciente tenía un riñón derecho normal, pero el izquierdo no se encontró en su sitio habitual. El técnico diagnosticó un riñón pélvico.

La embriología explica el origen del riñón pélvico. Los riñones se desarrollan a partir de una serie compleja de estructuras que se originan cerca de la vejiga dentro de la pelvis fetal. A medida que prosigue el desarrollo y cambia la función de las distintas partes de los riñones en desarrollo, alcanzan una posición superior en la parte alta del abdomen, adyacente a la aorta abdominal y a la vena cava inferior, en la pared abdominal posterior. Una interrupción o complicación durante el desarrollo puede impedir que el riñón alcance su posición habitual. Por fortuna, es poco frecuente que los pacientes padezcan síntomas relacionados con un riñón pélvico.

Esta paciente no tenía síntomas atribuibles a su riñón pélvico, por lo que fue dada de alta.

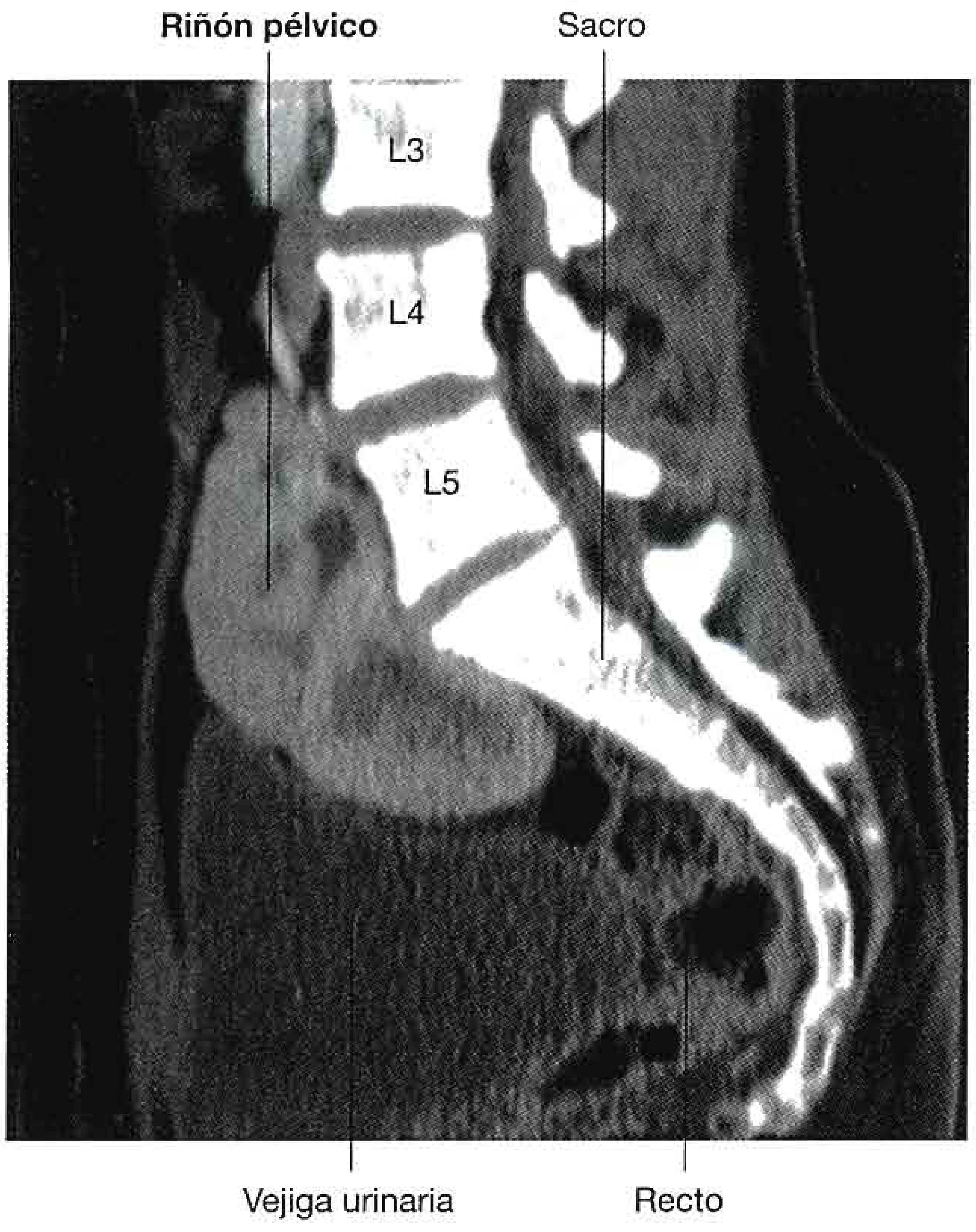


Fig. 5.87 Tomografía computarizada sagital en la que se muestra un riñón pélvico.

Caso 4

Obstrucción de la arteria ilíaca común izquierda

Un varón de 65 años acudió a un residente de cirugía con una historia de dolor en la nalga e impotencia. En la exploración tenía una disminución del pulso periférico en el pie izquierdo comparado con el derecho. En el interrogatorio directo, el paciente reveló que tenía un dolor intenso en la nalga del lado izquierdo cuando caminaba unos 100 metros. Después de un breve descanso, podía caminar otros 100 metros antes de que reaparecieran los mismos síntomas. También mencionó que en el último año no podía tener erecciones. Era un fumador empedernido y no recibía ningún fármaco ni tratamiento.

El dolor de la nalga izquierda tiene características isquémicas. El paciente refiere una historia típica relacionada con la ausencia de flujo sanguíneo hacia los músculos. Se encuentra un cuadro similar cuando las ramas musculares de la arteria femoral están ocluidas o estenosadas. Estos pacientes desarrollan un dolor similar (isquémico) en los músculos de la pantorrilla, denominado claudicación intermitente.

¿Cómo llega la sangre a los músculos glúteos?

La sangre llega a la bifurcación aórtica y después entra en las arterias ilíacas comunes, que se dividen en sus ramas ilíaca interna e ilíaca externa. La arteria ilíaca interna se subdivide a continuación en sus ramas anterior y posterior, que a su vez dan lugar a los vasos que abandonan la pelvis atravesando el agujero ciático mayor e irrigan los músculos glúteos. La arteria pudenda interna también surge de la división anterior de la arteria ilíaca interna e irriga el pene.

Los síntomas del paciente aparecen en el lado izquierdo, lo que indica que la obstrucción existe sólo en ese lado.

Como los síntomas del paciente aparecen únicamente en el lado izquierdo, es probable que la lesión se encuentre en la arteria ilíaca común (fig. 5.88) e impida la llegada del flujo sanguíneo hacia las arterias ilíacas externa e interna en el lado izquierdo.

El paciente preguntó sobre el tratamiento que recibiría.

Se pidió al paciente que dejara de fumar y que comenzase a realizar ejercicio de forma habitual. Otras opciones terapéuticas consistían en desbloquear la lesión mediante una angioplastia con balón del bloqueo para reabrir los vasos, o mediante un injerto de derivación quirúrgica.

Dejar de fumar y realizar ejercicio habitualmente mejoró la distancia caminada por el paciente quien, además, se

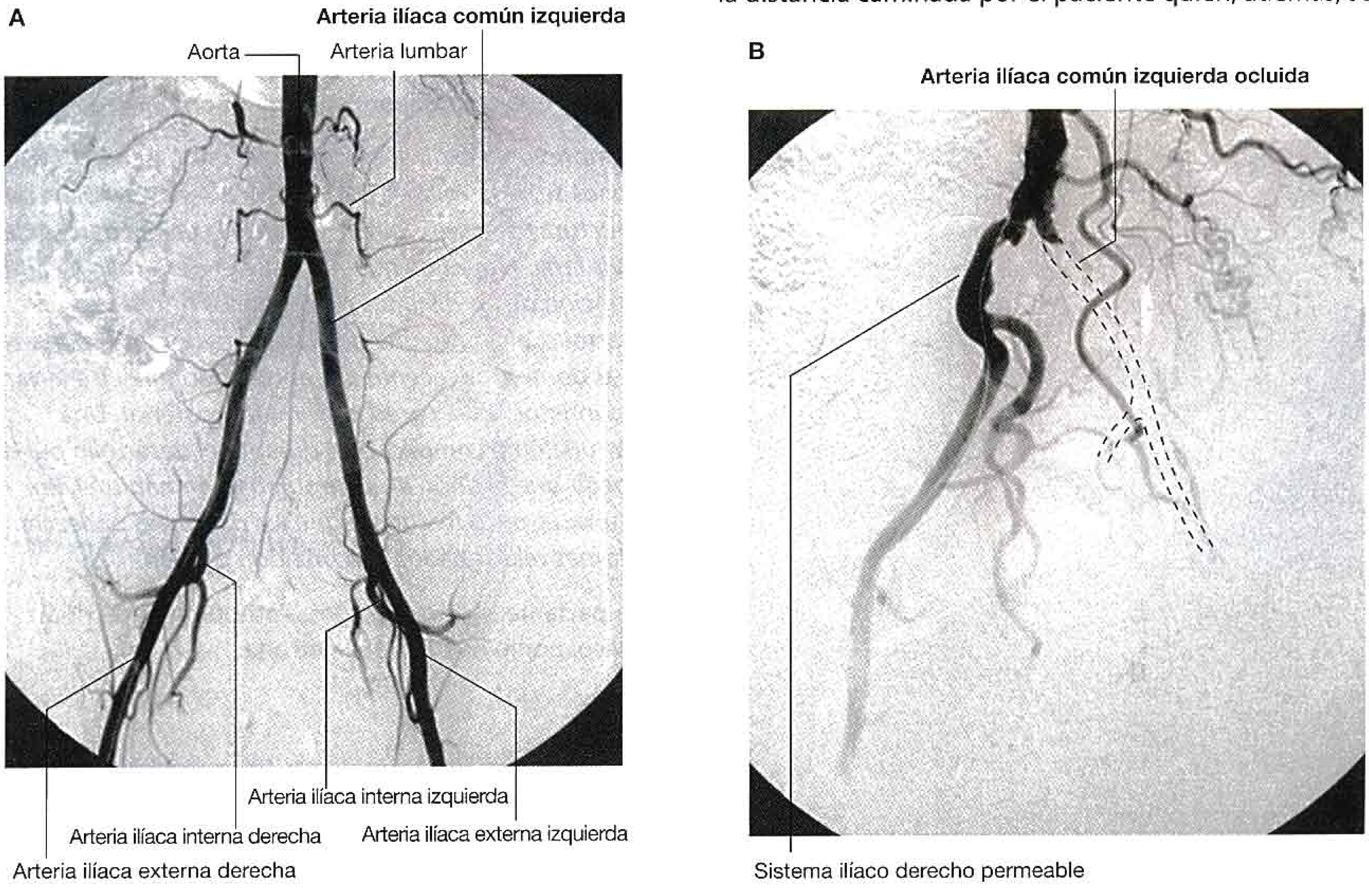


Fig. 5.88 Angiografía aortoilíaca con sustracción digital. **A.** Patrón de circulación normal. **B.** Arteria ilíaca común izquierda ocluida.

Caso 5

Lesión iatrogénica del uréter

Una mujer de 50 años ingresó en el hospital para la resección quirúrgica del útero (histerectomía) por un cáncer. El cirujano también iba a extirpar todos los ganglios linfáticos pélvicos y realizar una salpingo-ooforectomía bilateral (extirpación de las trompas uterinas y los ovarios). Se preparó a la paciente para este procedimiento y se realizó la cirugía habitual. Veinticinco horas después de la cirugía se observó que no había diuresis y el abdomen se estaba expandiendo. Una ecografía demostró una cantidad considerable de líquido en el interior del abdomen. Se estudió el líquido extraído del abdomen, que resultó ser orina.

Se propuso que los uréteres de la paciente habían sido dañados durante la cirugía.

La porción pélvica del uréter discurre en sentido posteroinferior y externa al peritoneo parietal en la pared lateral de la pelvis, anterior a la arteria ilíaca interna. Continúa su trayecto hasta un punto situado aproximadamente 2 cm por encima de la espina isquiática y después pasa en sentido anteromedial y por encima de los músculos elevadores del ano. Se debe señalar que el uréter se adhiere íntimamente al peritoneo. La única estructura que pasa entre el uréter y el peritoneo en los varones es el conducto deferente. En las mujeres, sin embargo, a medida que el uréter desciende sobre la pared de la pelvis, pasa bajo la arteria uterina. El uréter continúa cerca del fórnix lateral de la vagina, en especial en el lado izquierdo, y entra en el ángulo posterosuperior de la vejiga. Fue en este punto donde el uréter se dañó de forma involuntaria.

Conocer la anatomía y reconocer la posibilidad de una lesión ureteral, permitió a los cirujanos restablecer la continuidad del uréter en otra cirugía. La paciente estuvo ingresada algunos días más de lo esperado y se recuperó sin más incidentes.

Caso 6

Embarazo ectópico

Una mujer de 25 años acudió a un servicio de urgencias con dolor en su fosa ilíaca derecha. El dolor se había desarrollado con rapidez en unos 40 minutos, junto con calambres abdominales y vómitos. El residente de cirugía estableció un diagnóstico inicial de apendicitis.

La historia típica de apendicitis comprende un dolor abdominal central de tipo cólico (que aumenta y disminuye de forma intermitente) que, tras unas horas, se localiza para convertirse en un dolor constante en la fosa ilíaca derecha. El dolor cólico central es típico de un dolor de tipo visceral mal localizado. El dolor se localiza más a medida que se inflama el peritoneo parietal. Aunque esta paciente tiene dolor en la fosa ilíaca derecha, la historia no es la típica de apendicitis (aunque hay que recordar que los pacientes no siempre tienen una historia clásica de apendicitis).

El residente de cirugía pidió opinión a un compañero de más experiencia.

Este compañero pensó en otras estructuras anatómicas que se encontrasen dentro de la fosa ilíaca derecha como posible causa del dolor. Entre ellas se encuentran el apéndice, el ciego y el intestino delgado. El dolor musculoesquelético y el dolor referido también podrían ser causas potenciales. En las mujeres, el dolor también puede proceder del ovario, de la trompa uterina (de Falopio) o del útero. En una paciente joven son poco frecuentes las enfermedades de estos órganos, mientras que la infección y la enfermedad pélvica inflamatoria sí pueden aparecer en pacientes más jóvenes, y hay que tenerlas en cuenta.

La paciente no tenía historia de este tipo de trastornos.

Sin embargo, con un interrogatorio más minucioso la mujer comentó que su última menstruación tuvo lugar 6 semanas antes de acudir a urgencias. El residente mayor se dio cuenta de que una causa posible de dolor abdominal era el embarazo fuera del útero (embarazo ectópico). La paciente fue enviada de forma urgente para realizarse una ecografía abdominal, que reveló la ausencia de feto y de saco vitelino en el útero. La prueba del embarazo dio resultado positivo. La paciente se sometió a una intervención quirúrgica y se encontró la rotura de una trompa uterina causada por un embarazo ectópico.

Cuando una paciente acuda con un dolor pélvico evidente, se debe pensar en las diferencias anatómicas debidas al sexo. Siempre se pensará en el embarazo ectópico en las mujeres que se encuentren en edad fértil.

Caso 7

Tumor uterino

Una mujer de 35 años acudió a su médico de familia con una sensación de distensión abdominal y aumento del perímetro abdominal. El médico exploró la parte inferior del abdomen, donde encontró una masa que se extendía desde la rama púbica superior hasta la altura del ombligo. El borde superior de la masa se palpaba con facilidad, pero el borde inferior no parecía estar tan bien definido.

Esta paciente tiene una masa pélvica.

Al explorar un paciente en posición supina, el observador debería descubrir todo el abdomen.

La inspección reveló una protrusión en la parte inferior del abdomen a la altura del ombligo. La palpación descubrió una masa dura y ligeramente irregular, con unos bordes superior y laterales bien definidos, y un borde inferior no tan bien definido, que daba la impresión de que la masa continuaba en el interior de la pelvis. La lesión era mate a la percusión y la auscultación no reveló ruidos anómalos.

El médico pensó sobre las estructuras de las que podría surgir esta masa. Cuando se explora la pelvis, se debe recordar las diferencias entre sexos. El recto y el intestino, la vejiga y la musculatura son estructuras comunes en varones y mujeres. Hay algunas situaciones patológicas comunes a ambos sexos, como el desarrollo de abscesos pélvicos y colecciones de líquidos.

En los varones, la próstata no se puede palpar a través del abdomen y es muy raro que aumente de tamaño hasta tal extremo cuando la enfermedad es benigna. El cáncer de próstata agresivo puede diseminarse por toda la pelvis, aunque a menudo se asocia con una obstrucción intestinal y con intensos síntomas vesicales.

En las mujeres, hay varios órganos en los que se pueden desarrollar masas grandes, como los ovarios (tumores sólidos y quísticos), los restos embrionarios en el interior de los ligamentos anchos, y el útero (embarazo y miomas).

El médico continuó el interrogatorio.

Siempre se debe tener claro si la paciente está embarazada o no (en ocasiones, el embarazo puede ser una sorpresa para la paciente).

La prueba de embarazo de esta paciente dio negativa. La masa no se modificó después de que la paciente hubiera vaciado su vejiga. El médico pensó que la masa podría ser un tumor benigno del útero (mioma). Para establecer el diagnóstico se obtuvo una ecografía de la pelvis, que confirmó la procedencia uterina de la masa.

La paciente fue enviada a un ginecólogo. Después de una larga conversación sobre su sintomatología, la fertilidad y los riesgos, el cirujano y la paciente acordaron que la histerectomía (extirpación quirúrgica del útero) sería una forma apropiada de tratamiento.

La paciente buscó la opinión de otros ginecólogos, y todos estuvieron de acuerdo en que la cirugía era la opción adecuada.

El mioma se extrajo sin complicaciones.

10 preguntas cortas

1. P: Una joven de 25 años acude con una masa abdominal inferior que parece surgir de la pelvis. ¿De qué estructuras anatómicas podría derivar?

R: Las estructuras que surgen en la pelvis y entran en el abdomen son la vejiga, el útero, los ovarios y un asa de intestino pélvico. Una causa frecuente en el grupo de edad de la paciente es el embarazo.

---

2. P: Un varón joven acude con un cáncer testicular que se ha diseminado hacia los ganglios linfáticos. ¿En qué zona palparía usted dichos ganglios?

R: Nunca en la región inguinal. El drenaje de los testículos se realiza a través de los vasos linfáticos que entran en el cordón espermático y drenan en los ganglios linfáticos aórticos laterales izquierdos y derechos. La exploración del abdomen podría revelar linfadenopatías (aumento del tamaño de los ganglios linfáticos).

---

3. P: Se drenó un absceso del conducto anal y el paciente quedó incontinente. ¿Por qué?

R: El esfínter anal se asocia con dos componentes: una porción interna, que es continuación del músculo circular del intestino, y una parte de músculo estriado, que está compuesta por tres porciones: subcutánea, superficial y profunda. Aunque estos músculos estriados suponen sólo el 20% del tono en reposo del esfínter anal normal, son fundamentales para mantener la continencia. Es probable que se hubieran lesionado.

---

4. P: Un joven refirió el abombamiento del prepucio cada vez que orinaba. ¿A qué se debía?

R: Este joven tiene fimosis, que se debe a un estrechamiento significativo de la abertura del prepucio. Ha de tratarse, porque puede producir infección por debajo del prepucio. Se realizó una circuncisión.

---

5. P: Una mujer con cáncer de útero tenía adenopatías inguinales pétreas. ¿Es posible que ambos problemas estén relacionados?

R: Sí. Los vasos linfáticos del fondo del útero discurren junto a los vasos ováricos hacia los ganglios linfáticos lumbares. Algunos vasos linfáticos se dirigen a los ganglios linfáticos ilíacos externos y otros recorren el ligamento redondo del útero hasta los ganglios inguinales superficiales.

---

6. P: Al realizar un tacto rectal en un varón, el médico apreció una estructura bilobulada por delante del dedo. ¿De qué se trata?

R: Es la próstata. La próstata tiene un lóbulo izquierdo y un lóbulo derecho con un surco medio. Se deben identificar los lóbulos y el surco medio, porque la desaparición o aumento de estas estructuras puede indicar una enfermedad prostática.

---

7. P: Un varón de 45 años desarrolló un absceso glandular anal que se extendió hasta la fosa isquioanal. ¿Qué estructura impidió que el absceso entrase en la pelvis?

R: Los abscesos isquioanales aparecen de vez en cuando. Habitualmente se mantienen dentro de la grasa y los tejidos blandos del periné. Están unidos en la parte inferior por estructuras subcutáneas, lateralmente por las paredes de la pelvis, y en su cara superior por los músculos elevadores del ano. Por lo general se tratan con incisión y drenaje.

---

8. P: ¿Por qué los pacientes pueden desarrollar infecciones y abscesos en la pelvis después de una cirugía abdominal alta?

R: La pelvis es la porción más declive de la cavidad peritoneal en posición supina. El líquido y el pus, por influencia de la gravedad, se dirigen hacia la pelvis. Además, muchos pacientes se atienden en posición semisentada, con lo que la pelvis vuelve a ser la porción más declive.

---

9. P: Un paciente desarrolló lumbalgia e incontinencia. ¿Qué raíces nerviosas se estaban comprimiendo?

R: S2 a S4.

---

10. P: Una mujer desarrolló una hernia en la región inguinal. ¿Qué tipo de hernia es la más frecuente?

R: De forma global, la probabilidad de una hernia inguinal indirecta es más habitual. Las hernias femorales son más frecuentes en las mujeres que en los varones aunque, en conjunto, las hernias inguinales son más comunes que las hernias femorales.

6

Extremidad inferior

Conceptos generales 468

Anatomía regional 482

Anatomía de superficie 585

Casos clínicos 595

Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

La extremidad inferior está anclada directamente al esqueleto axial por medio de la articulación sacroilíaca y por fuertes ligamentos que unen el hueso pélvico con el sacro. Está separada del abdomen, la espalda y el periné por una línea continua (fig. 6.1), que:

- Une el tubérculo del pubis a la espina ilíaca anterosuperior (posición del ligamento inguinal) y después continúa a lo largo de la cresta ilíaca hasta la espina ilíaca posterosuperior, que separa la extremidad inferior de las paredes abdominales anterior y lateral.
- Pasa entre la espina ilíaca posterosuperior y a lo largo de la superficie dorsolateral del sacro hasta el cóccix para separar la extremidad inferior de los músculos de la espalda.
- Une el borde medial del ligamento sacrotuberoso, la tuberosidad isquiática, la rama isquiopúbica y la sínfisis del pubis para separar la extremidad inferior del periné.

La extremidad inferior se divide en región glútea, muslo, pierna y pie en función de las principales articulaciones, los componentes óseos y las referencias superficiales (fig. 6.2):

- La **región glútea** es posterolateral y está entre la cresta ilíaca y el pliegue cutáneo (pliegue glúteo) que define el límite inferior de las nalgas.
- A nivel anterior, el **muslo** está entre el ligamento inguinal y la articulación de la rodilla: la articulación de la cadera es justo inferior al tercio medio del ligamento inguinal y la parte posterior del muslo está entre el pliegue glúteo y la rodilla.
- La **pierna** está entre la rodilla y el tobillo.
- El **pie** es distal a la articulación del tobillo.

El triángulo femoral, la fosa poplítea y el lado posteromedial del tobillo son áreas destacadas de transición a través de las cuales discurren estructuras entre las diferentes regiones (fig. 6.3):

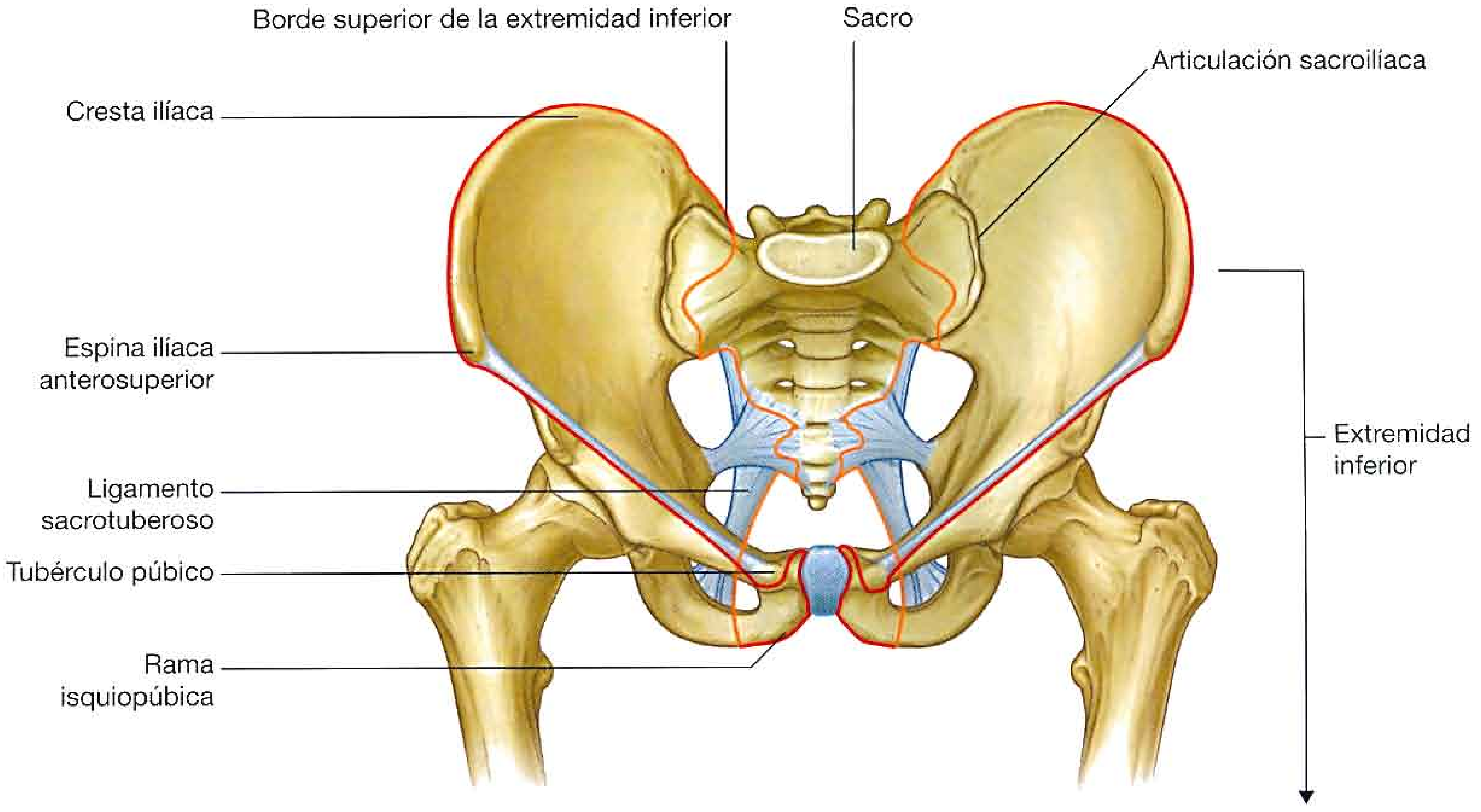


Fig. 6.1 Borde superior de la extremidad inferior.

El **triángulo femoral** es una depresión piramidal formada por los músculos de las regiones proximales del muslo y por el ligamento inguinal, que constituye la base del triángulo. La irrigación sanguínea principal y uno de los nervios de la extremidad (nervio femoral) entran en el muslo desde el abdomen pasando por debajo del ligamento inguinal y por dentro del triángulo femoral.

La **fosa poplítea**, posterior a la articulación de la rodilla, es una región en forma de rombo formada por los músculos del muslo y de la pierna. Entre estos dos segmentos, y a través de la fosa poplítea, pasan grandes vasos y nervios.

La mayoría de los nervios, vasos y tendones flexores que discurren entre la pierna y el pie atraviesan una serie de conductos (denominados en conjunto túnel del tarso) situados sobre la cara posteromedial del tobillo. Los conductos están formados por huesos adyacentes y un retináculo flexor, que mantiene los tendones en posición.

FUNCIONES

Soporte del peso corporal

Una función fundamental de la extremidad inferior es la de soportar el peso del cuerpo con un gasto mínimo de energía. Cuando se está en posición erecta el centro de gravedad es anterior al borde de la vértebra SII de la pelvis (fig. 6.4). La línea vertical que pasa a través del centro de gravedad es ligeramente posterior a las articulaciones de la cadera, anterior a las articulaciones de la rodilla y el tobillo, se sitúa directamente sobre la base de apoyo casi circular formada por los pies en el suelo y mantiene las articulaciones de la rodilla y la cadera en extensión.

La organización de los ligamentos en las articulaciones de la cadera y la rodilla, junto con la forma de las superficies articulares, sobre todo en la rodilla, facilita el «bloqueo» de estas

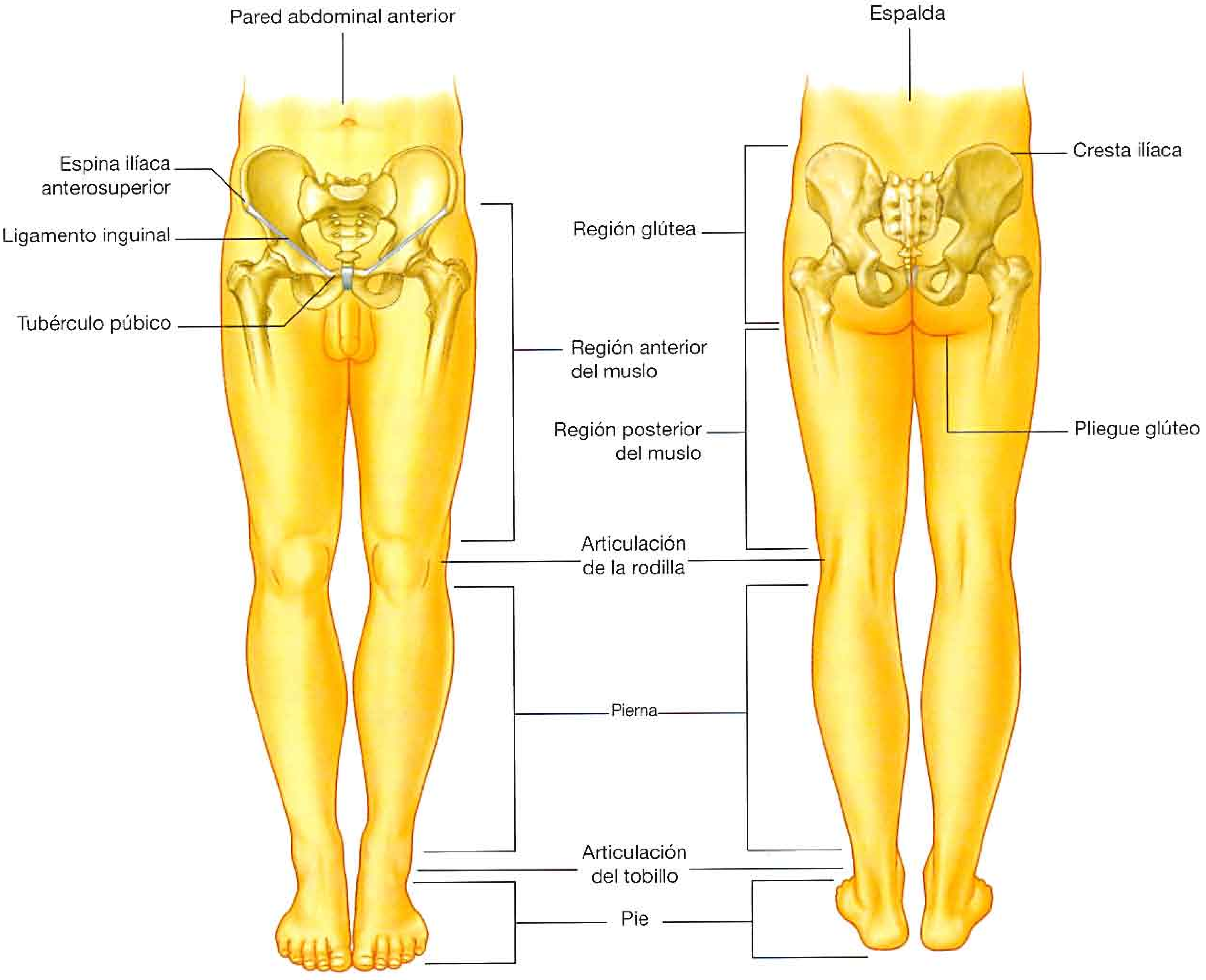


Fig. 6.2 Regiones de la extremidad inferior.

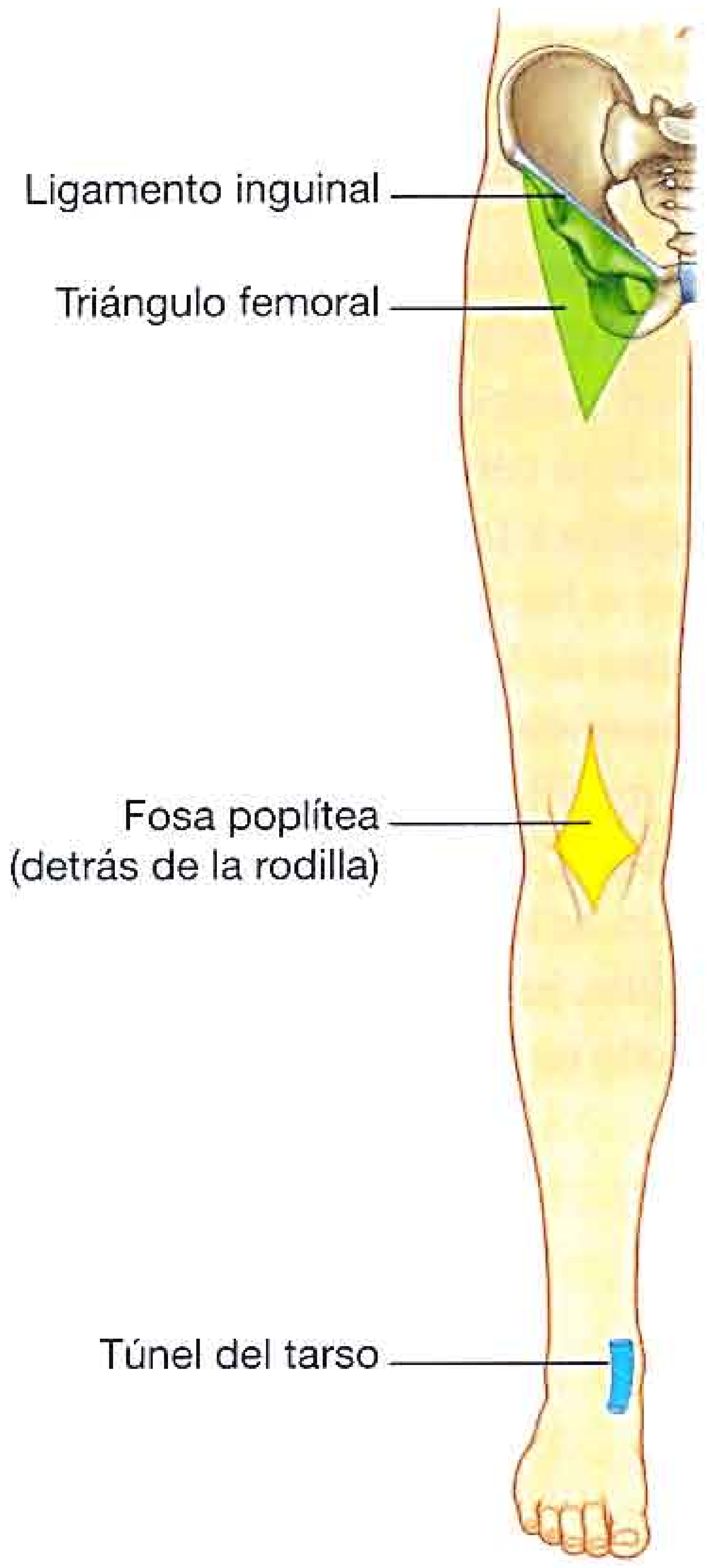


Fig. 6.3 Áreas de transición.

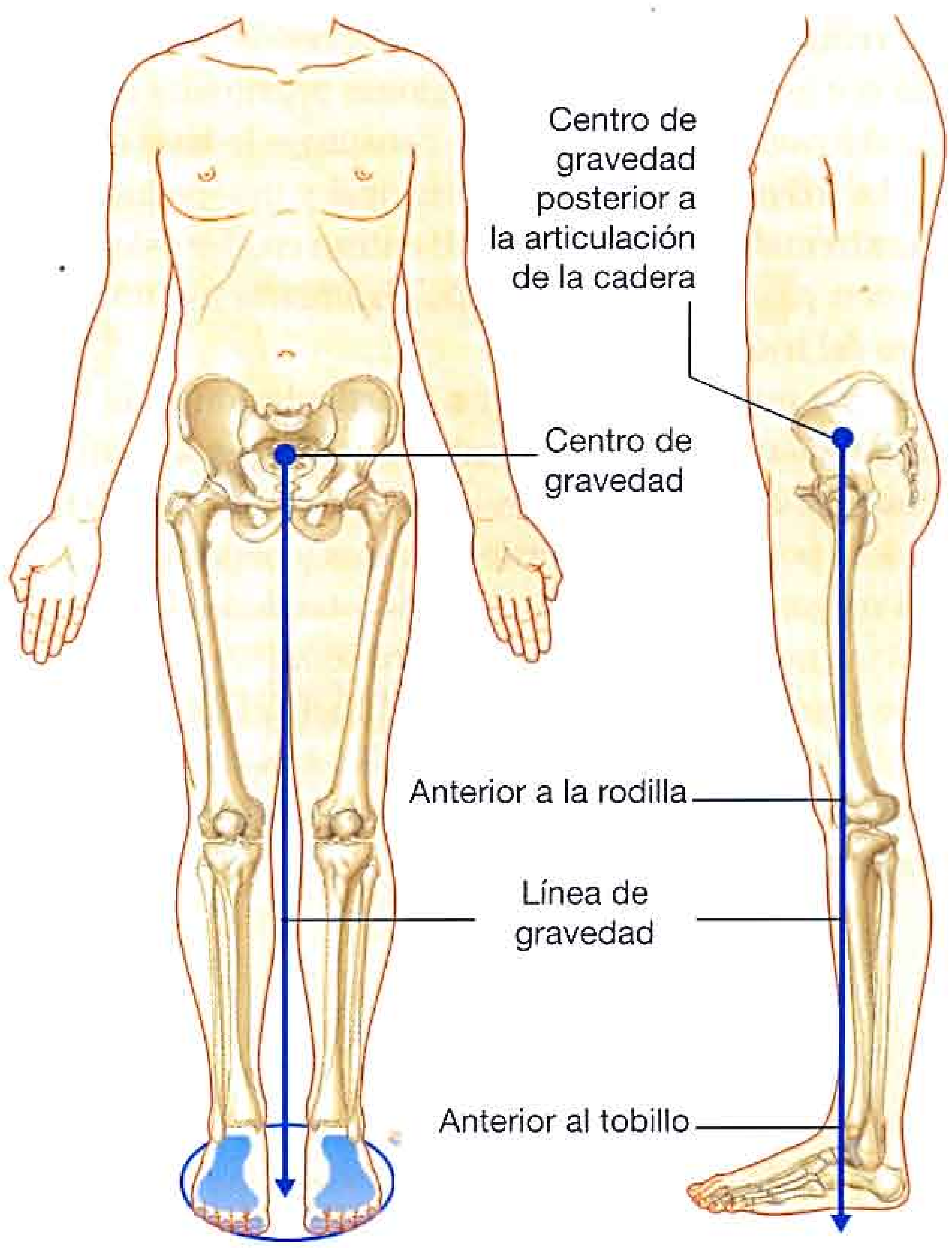


Fig. 6.4 Centro y línea de gravedad.

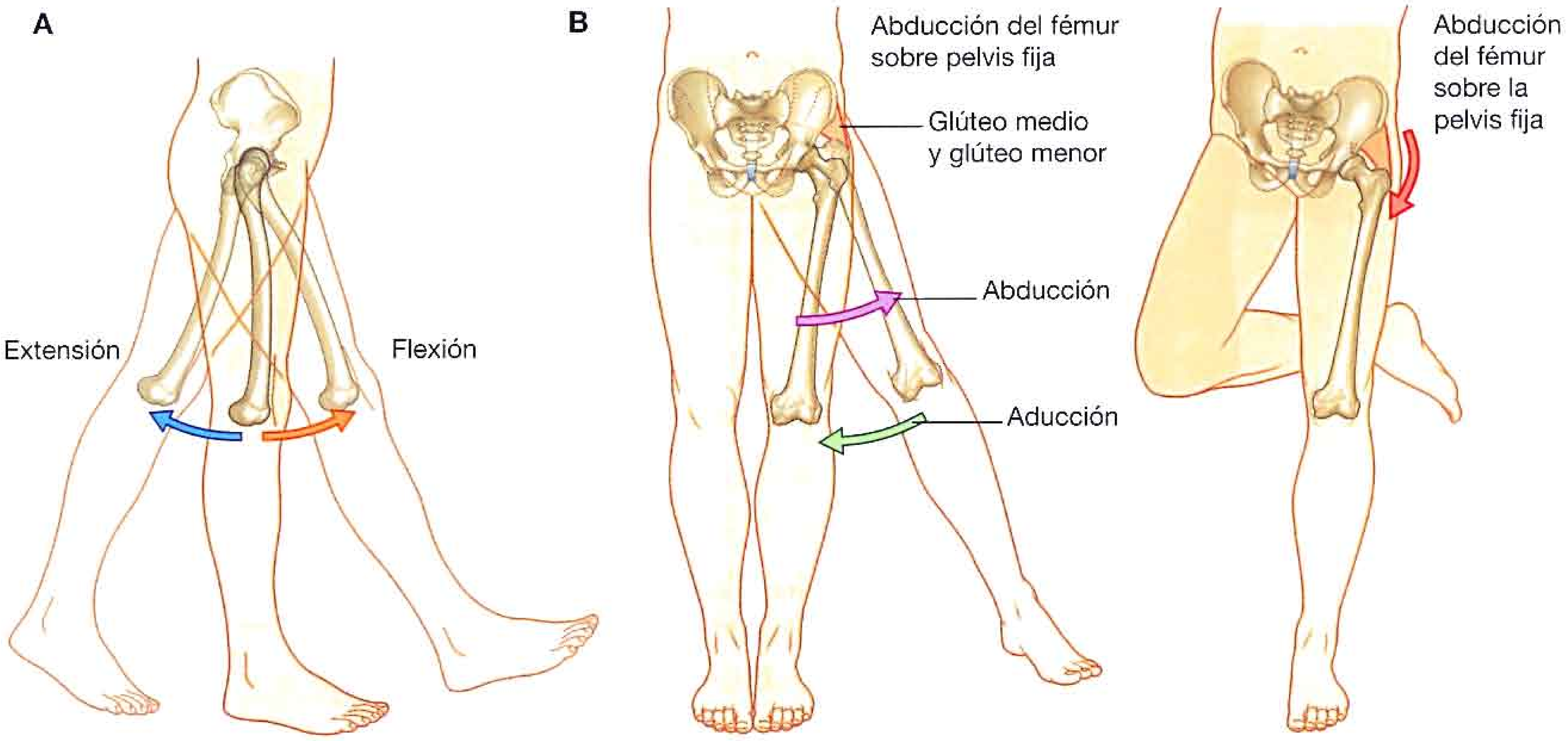


Fig. 6.5 Movimientos de la articulación de la cadera. **A.** Flexión y extensión. **B.** Abducción y aducción.

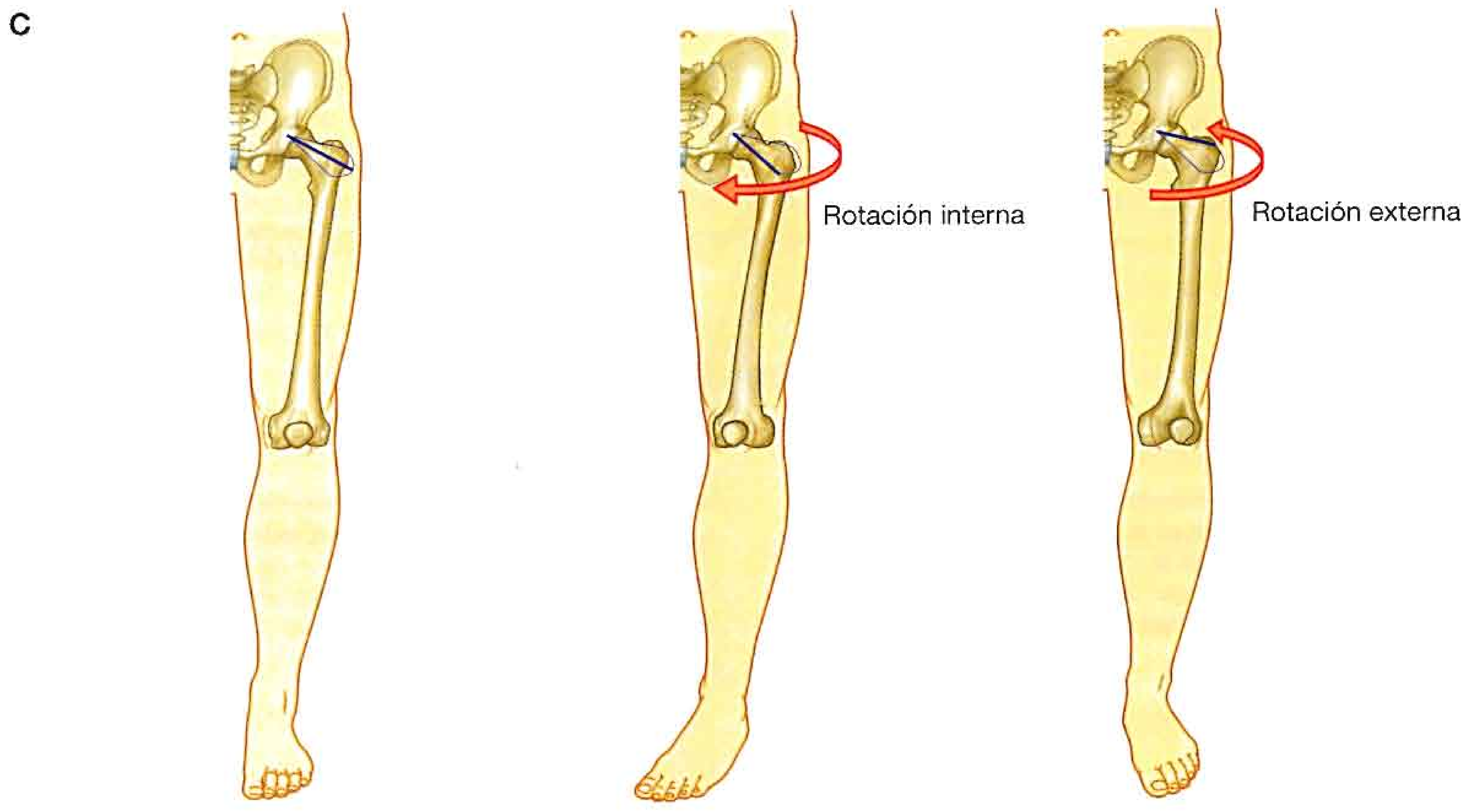


Fig. 6.5 Movimientos de la articulación de la cadera. C. Rotaciones lateral y medial.

articulaciones cuando se está de pie, lo que reduce la energía muscular necesaria para mantener la bipedestación.

Locomoción

Una segunda función esencial de las extremidades inferiores es mover el cuerpo a través del espacio. Esto implica la integración de los movimientos de todas las articulaciones de la extremidad inferior para poner el pie sobre el suelo y mover el cuerpo sobre el pie.

Los movimientos de la articulación de la cadera son la flexión, la extensión, la abducción, la aducción, las rotaciones medial y lateral y la circunducción (fig. 6.5).

Las articulaciones de la rodilla y el tobillo son sobre todo de tipo bisagra. Los principales movimientos de la rodilla son la flexión y la extensión (fig. 6.6A). Los movimientos del tobillo son la flexión dorsal (movimiento de la cara dorsal del pie hacia la pierna) y la flexión plantar (fig. 6.6B).

Durante la marcha, muchas características anatómicas de las extremidades inferiores contribuyen a minimizar las fluctuaciones del centro de gravedad del cuerpo, con lo que se reduce la cantidad de energía necesaria para mantener la locomoción y producir una marcha suave y eficaz (fig. 6.7). Entre ellas están la inclinación pélvica en el plano coronal, la rotación pélvica en el plano transverso, el movimiento de las rodillas hacia la línea media, la flexión de las rodillas y las complejas interacciones entre la cadera, la rodilla y el tobillo. Como resultado, durante la marcha, el centro de gravedad del cuerpo fluctúa normalmente sólo 5 cm en las direcciones vertical y lateral.

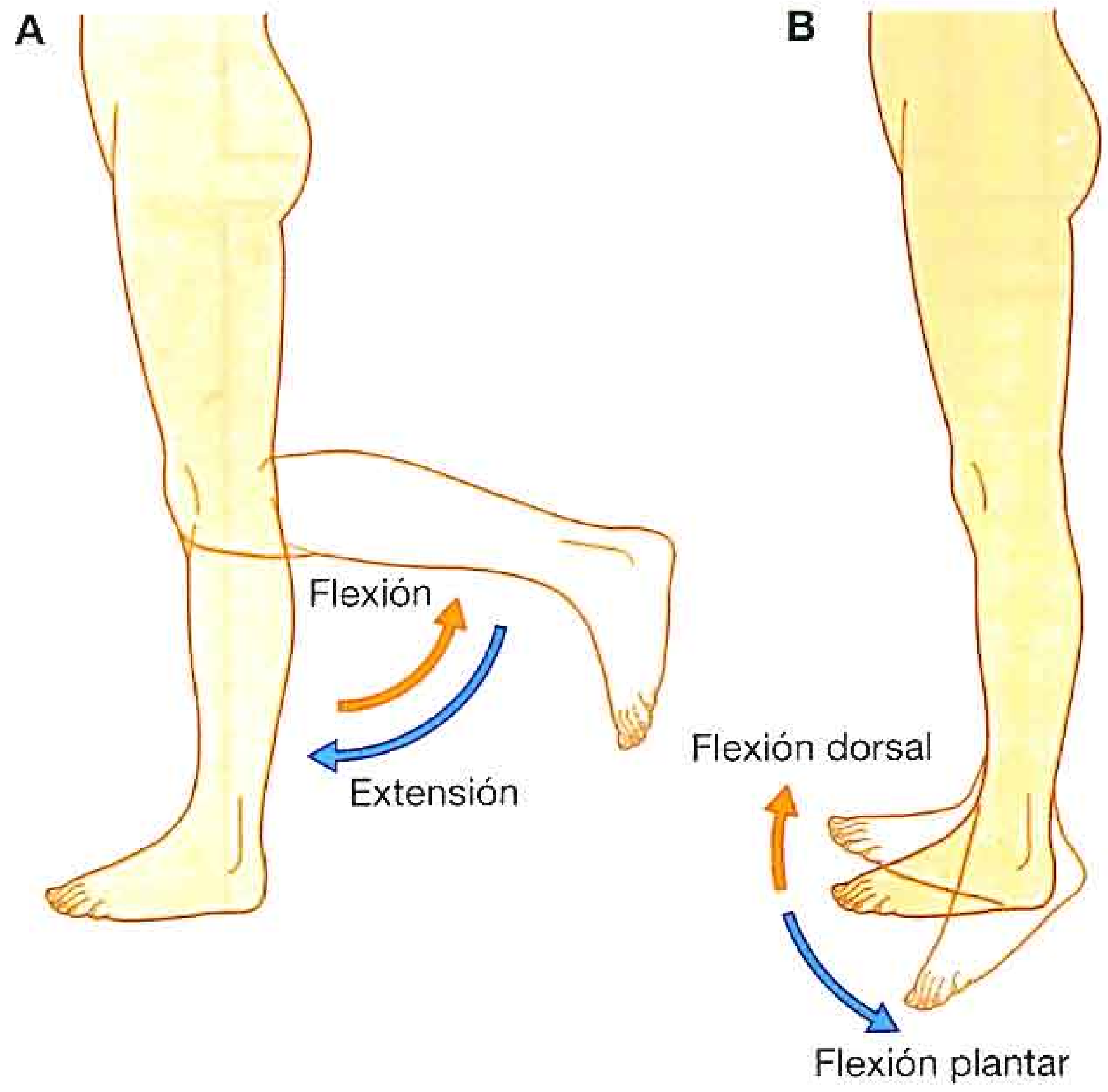


Fig. 6.6 Movimientos de la rodilla y del tobillo. A. Flexión y extensión de la rodilla. B. Flexión dorsal y flexión plantar del tobillo.

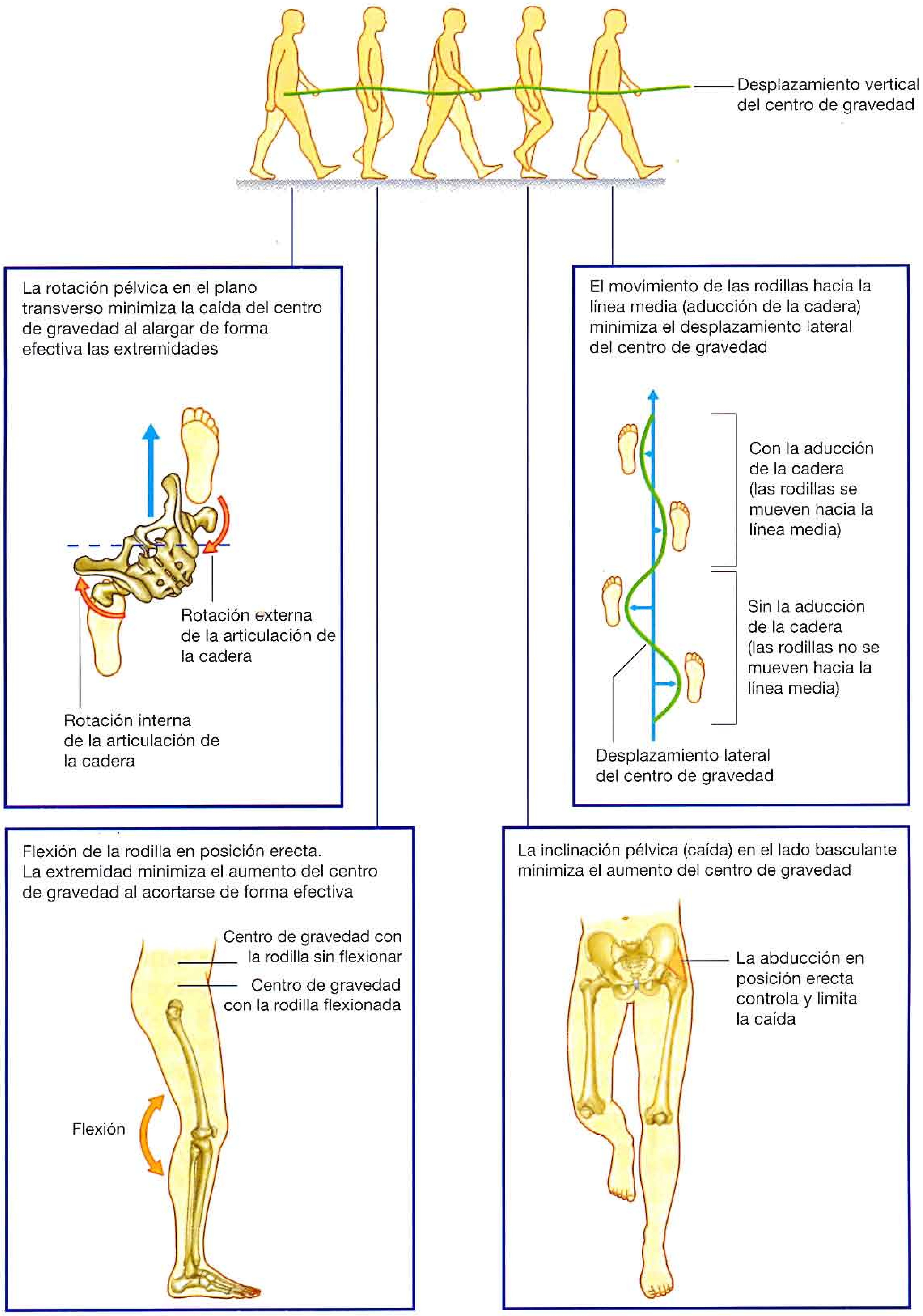


Fig. 6.7 Algunos determinantes de la marcha.

COMPONENTES

Huesos y articulaciones

Los huesos de la región glútea y del muslo son la pelvis y el fémur (fig. 6.8). La gran articulación de tipo hueco y bola que hay entre estos dos huesos es la articulación de la cadera.

El fémur es el hueso del muslo. En su extremo distal, su principal articulación de soporte de peso es con la tibia, pero también se articula a nivel anterior con la rótula, que es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo y está incluido en el tendón del cuádriceps femoral.

La articulación entre el fémur y la tibia es la principal articulación de la rodilla, pero la situada entre la rótula y el fémur comparte la misma cavidad articular. Aunque los principales movimientos de la rodilla son la flexión y la extensión, esta articulación también permite al fémur rotar sobre la tibia. La rotación contribuye al «bloqueo» de la rodilla cuando está totalmente extendida, sobre todo en bipedestación.

La pierna contiene dos huesos:

- La tibia está en posición medial, es mayor que el peroné, situado en posición lateral, y es el hueso que soporta el peso.
- El peroné no forma parte de la articulación de la rodilla y constituye sólo la parte más lateral de la articulación del tobillo: a nivel proximal da lugar a una pequeña articulación sinovial (articulación tibioperonea superior) con la superficie inferolateral de la cabeza de la tibia.

La tibia y el peroné están unidos a lo largo de su longitud por una membrana interósea y en sus extremos distales por una articulación tibioperonea inferior fibrosa, por lo que hay poco movimientos entre ellos. Las superficies distales de la tibia y del peroné forman juntas un profundo receso. La articulación del tobillo está formada por este receso y parte de uno de los huesos del tarso del pie (astrágalo), que se proyecta al interior del receso. El tobillo es más estable cuando está en flexión dorsal.

Los huesos del pie constan de los huesos del tarso (fig. 6.9), los metatarsianos y las falanges. Hay siete huesos del tarso, que se organizan en dos filas, con un hueso entre ambas en el lado medial. La inversión y eversión del pie, o giro de la planta del pie medial o lateral, respectivamente, se producen en las articulaciones existentes entre los huesos del tarso.

Los huesos del tarso se articulan con los metatarsianos en las articulaciones tarsometatarsianas, lo que permite sólo unos movimientos limitados de deslizamiento.

Los movimientos independientes de los metatarsianos están limitados por ligamentos metatarsianos transversos pro-

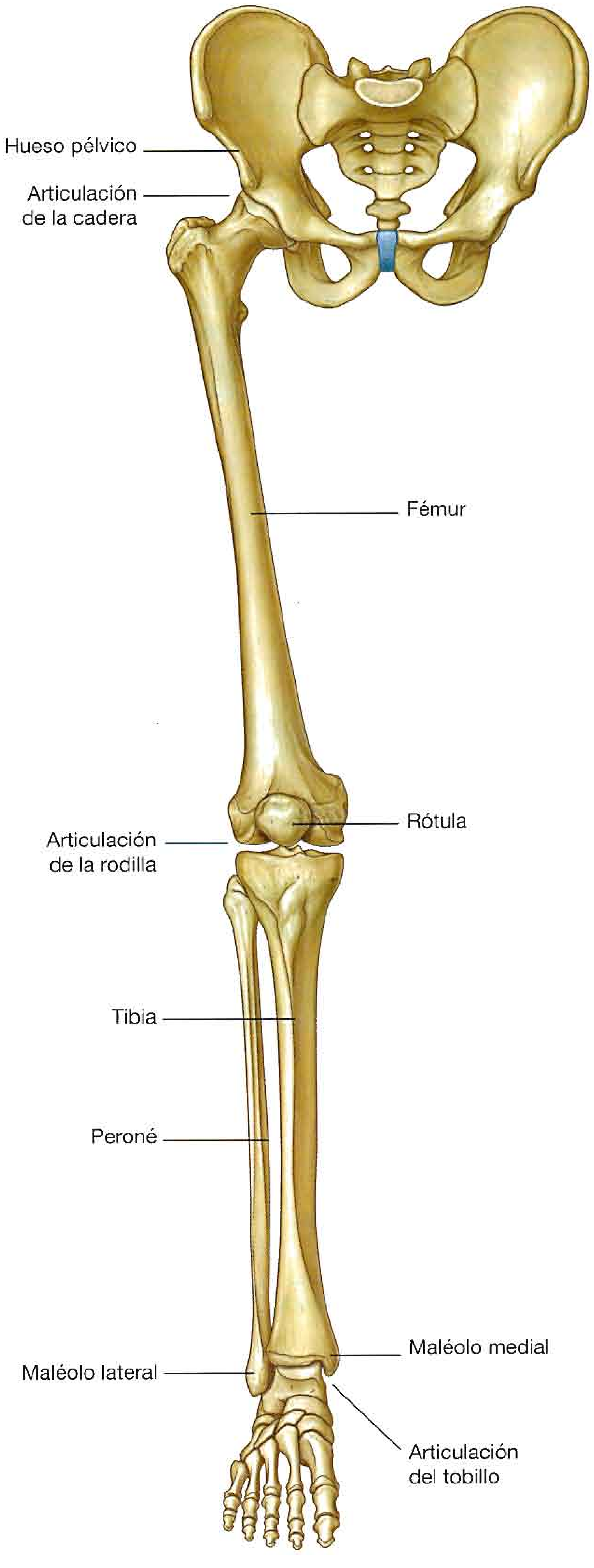


Fig. 6.8 Huesos y articulaciones de la extremidad inferior.

fundos, que unen de forma eficaz las cabezas distales de los huesos en las articulaciones metatarsofalángicas. Existe un metatarso para cada uno de los cinco dedos, y cada dedo tiene tres falanges, excepto el dedo gordo (dedo 1) que sólo tiene dos.

Las articulaciones metatarsofalángicas permiten la flexión, extensión, abducción y aducción de los dedos, pero la amplitud de movimientos está más restringida que en la mano.

Las articulaciones interfalángicas son de tipo bisagra que permiten la flexión y extensión.

Los huesos del pie no están organizados en un solo plano de forma que se dispongan pegados al suelo, sino que los metatarsianos y los huesos del tarso forman los arcos longitudinal y transversal (fig. 6.10). El arco longitudinal es más alto en la cara medial del pie. Los arcos son flexibles por naturaleza y están sostenidos por músculos y ligamentos. Absorben y transmiten fuerzas durante la marcha y la bipedestación.

Músculos

Los músculos de la región glútea constan sobre todo de extensores, rotadores y abductores de la articulación de la cadera (fig. 6.11). Además de mover el muslo sobre una pelvis fija, estos músculos también controlan el movimiento de la pelvis respecto de la extremidad que soporta el peso del cuerpo (extremidad de soporte o estática), mientras que la otra bascula hacia delante (extremidad basculante) durante la marcha.

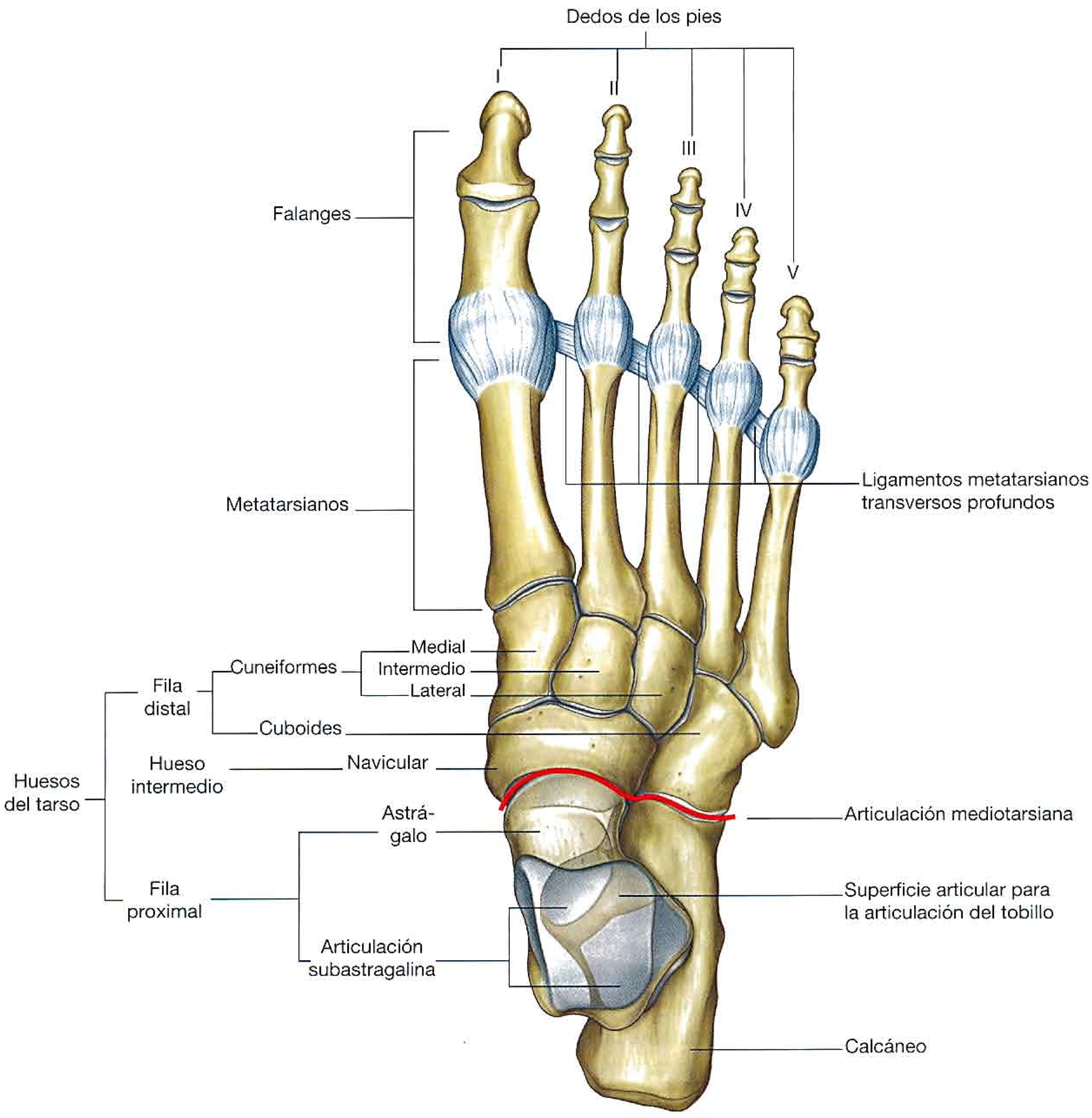


Fig. 6.9 Huesos del pie.

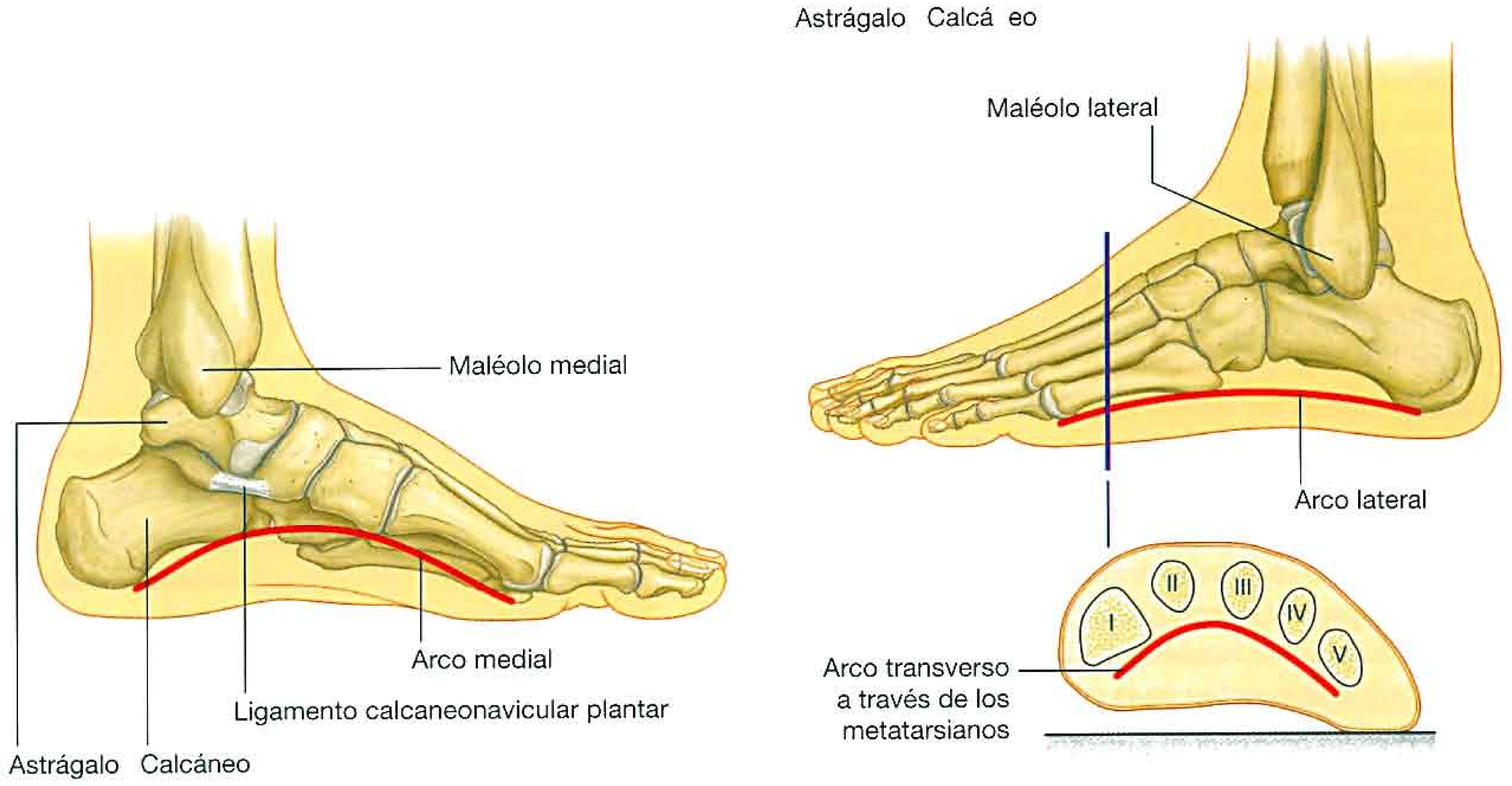


Fig. 6.10 Arcos longitudinal y transverso del pie.

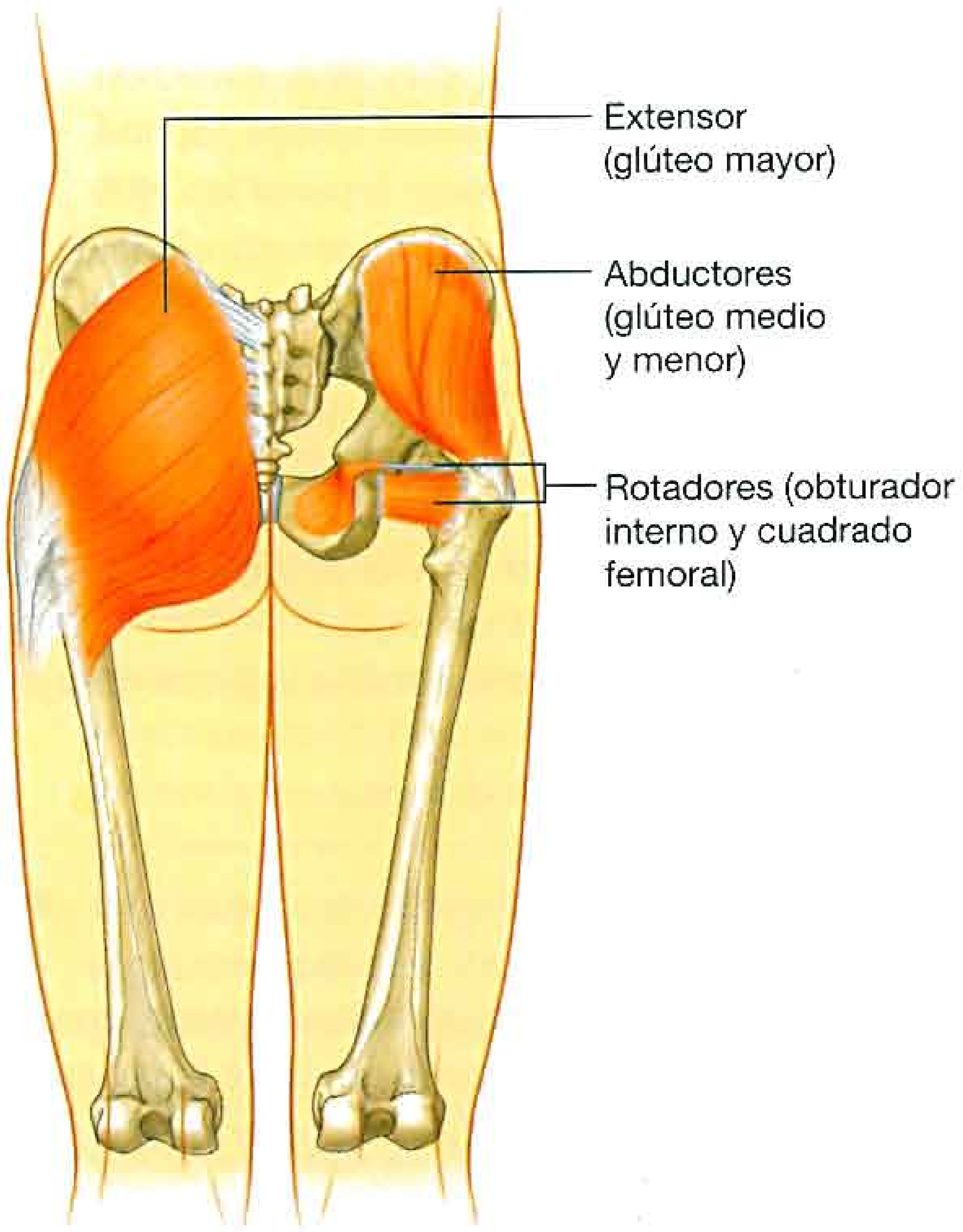


Fig. 6.11 Músculos de la región glútea.

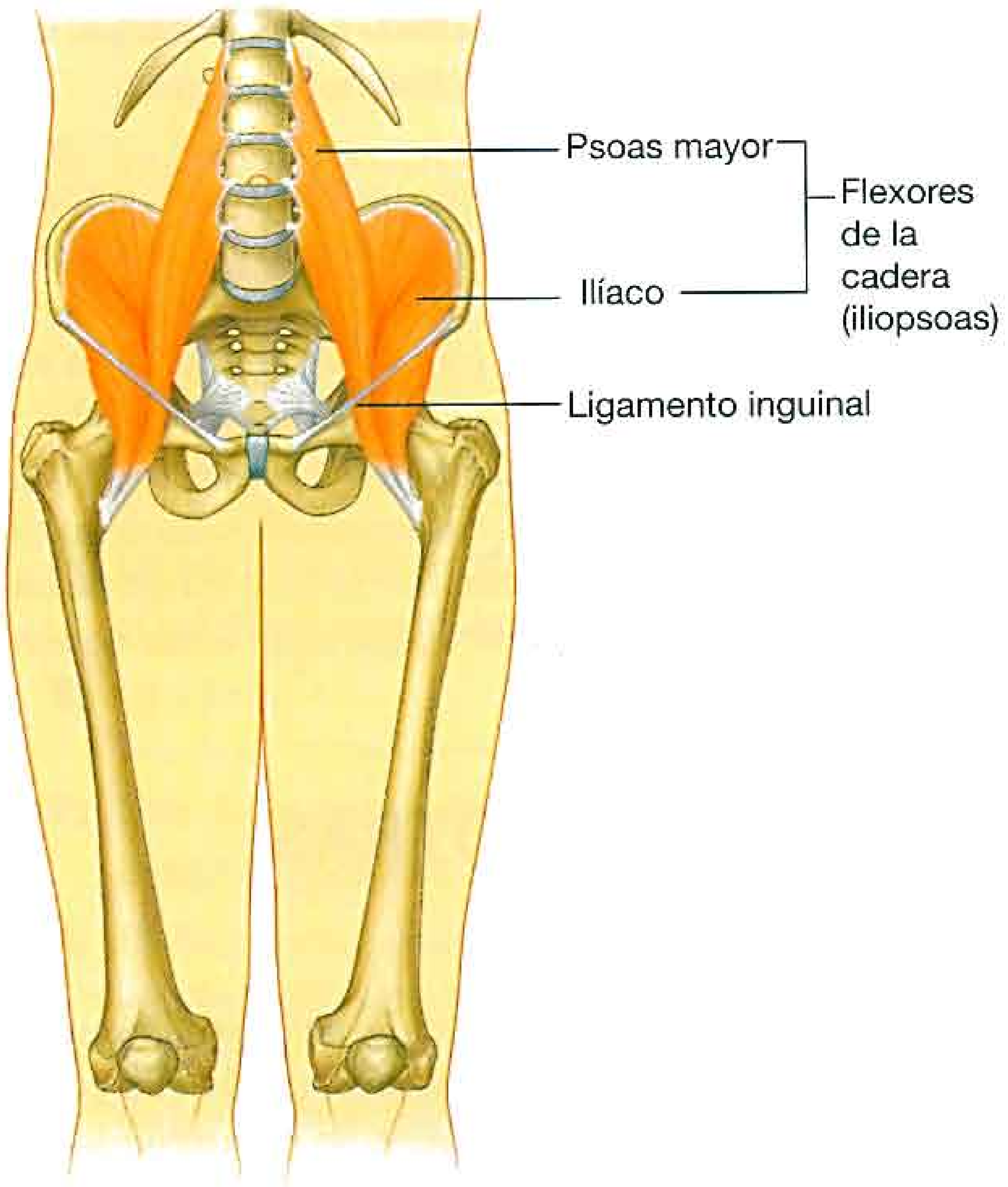


Fig. 6.12 Principales flexores de la cadera.

Los principales músculos flexores de la cadera (iliopsoas: psoas mayor e ilíaco) no se originan en la región glútea ni en el muslo, sino que se insertan en la pared abdominal posterior y descienden a través del espacio que existe entre el ligamento inguinal y la pelvis para insertarse en el extremo proximal del fémur (fig. 6.12).

Los músculos del muslo y de la pierna están separados en tres compartimentos por capas de fascia, huesos y ligamentos (fig. 6.13).

En el muslo existen los compartimentos medial (aductor), anterior (extensor) y posterior (flexor):

- La mayoría de los músculos del compartimento medial actúan sobre todo en la articulación de la cadera.
- Los músculos grandes (isquiotibiales) del compartimento posterior actúan sobre la cadera (extensión) y la rodilla (flexión) porque se insertan en la pelvis y en los huesos de la pierna.
- Los músculos del compartimento anterior (cuádriceps femoral) sobre todo extienden la rodilla.

Los músculos de la pierna se dividen en los compartimentos lateral (peroneo), anterior y posterior.

- Los músculos del compartimento lateral producen sobre todo la eversión del pie.
- Los músculos del compartimento anterior producen flexión dorsal del pie y extienden los dedos.
- Los músculos del compartimento posterior producen flexión plantar del pie y flexionan los dedos; uno de los músculos también puede flexionar la rodilla porque se inserta a nivel superior en el fémur.

Los músculos específicos de cada uno de los tres compartimentos de la pierna también proporcionan un apoyo dinámico a los arcos del pie.

Los músculos que se encuentran completamente en el pie (músculos intrínsecos) modifican las fuerzas producidas por los tendones que llegan a los dedos desde la pierna y proporcionan apoyo dinámico a los arcos longitudinales del pie durante la marcha, sobre todo cuando se inclina el cuerpo hacia delante sobre la extremidad que apoya justo antes de levantar el dedo del suelo.

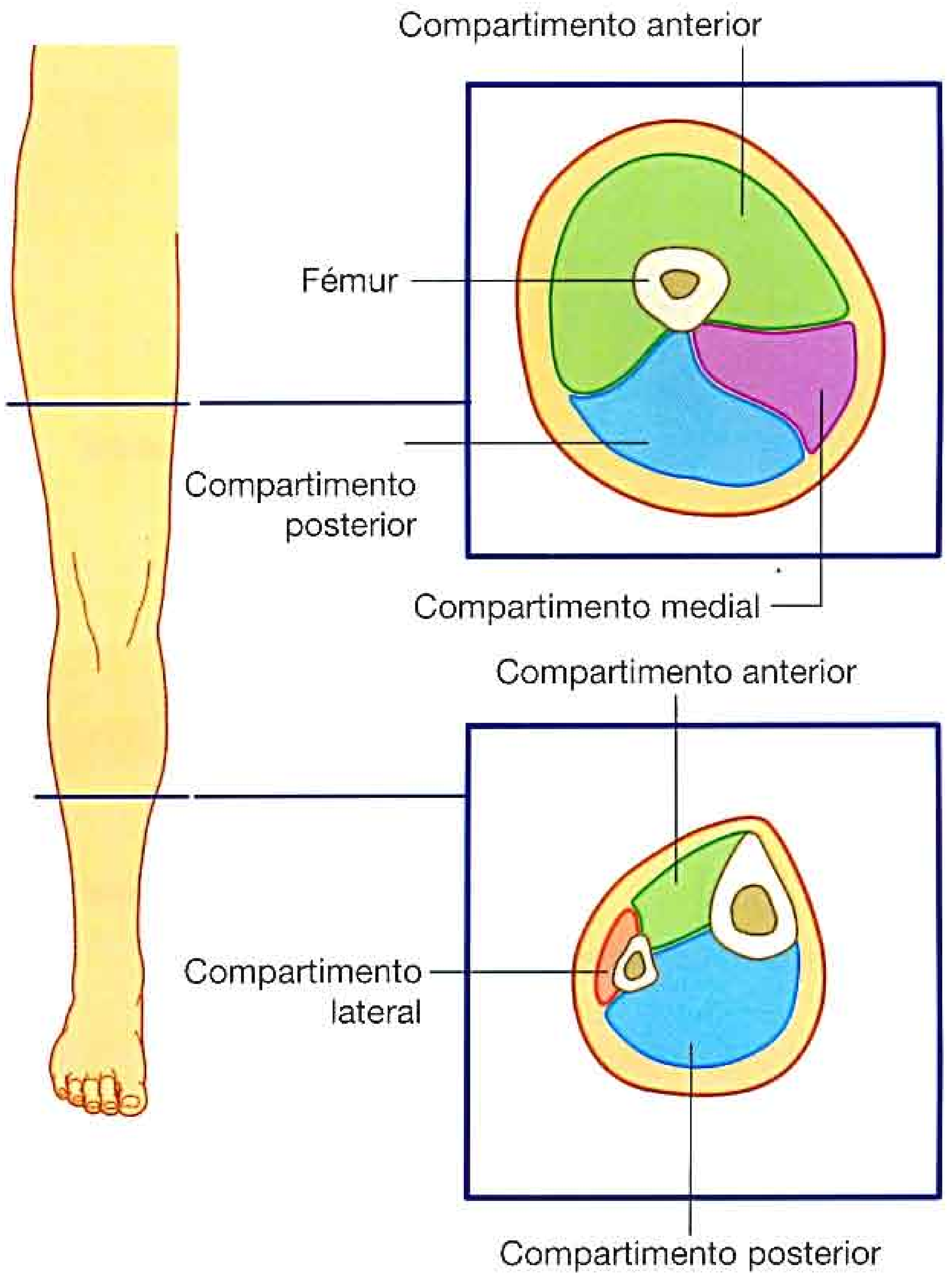


Fig. 6.13 Compartimentos musculares del muslo y de la pierna.

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Al contrario de lo que sucede en la extremidad superior, donde la mayoría de las estructuras pasan entre ella y el cuello a través de una sola entrada axilar, en la extremidad inferior hay cuatro puntos principales de entrada y salida entre ella y el abdomen, la pelvis y el periné (fig. 6.14). Éstos son:

- El espacio que hay entre el ligamento inguinal y la pelvis.
- El agujero ciático (isquiático) mayor.
- El conducto obturador (en la porción superior del agujero obturador).
- El agujero ciático (isquiático) menor.

Abdomen

La extremidad inferior se comunica directamente con el abdomen a través de un espacio existente entre la pelvis y el ligamento inguinal (fig. 6.14). Las estructuras que pasan a través de este espacio son:

- Músculos: psoas mayor, ilíaco y pectíneo.
- Nervios: femoral y ramo femoral de los nervios genitofemoral y nervio cutáneo femoral lateral.
- Vasos: arteria y vena femorales.
- Vasos linfáticos.

Este espacio entre la pelvis y el ligamento inguinal es un área débil de la pared abdominal y a menudo sobresalen por él la cavidad y el contenido abdominales hacia el muslo (hernia femoral). Este tipo de hernia suele aparecer en el punto donde los vasos linfáticos atraviesan el espacio (el conducto femoral).

Pelvis

Las estructuras que hay dentro de la pelvis se comunican con la extremidad inferior a través de dos aberturas principales (fig. 6.14).

A nivel posterior, las estructuras se comunican con la región glútea a través del agujero ciático mayor, y son:

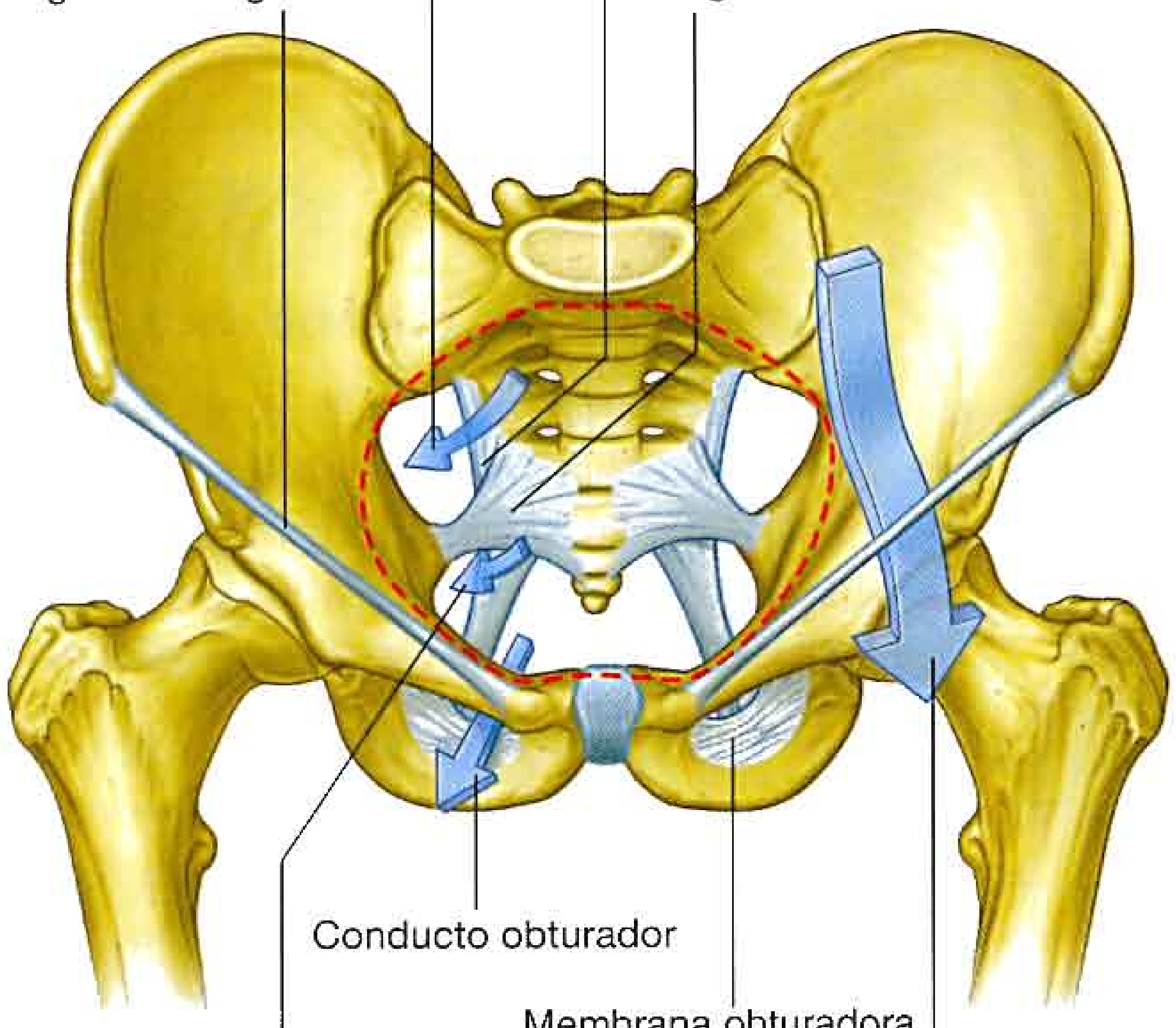


Fig. 6.14 Aberturas de comunicación entre la extremidad inferior y otras regiones.

- Un músculo: piriforme.
- Nervios: ciático, glúteos superior e inferior y pudendos.
- Vasos: arterias y venas glúteas superior e inferior y arteria pudenda interna.

El nervio ciático es el nervio periférico más grande del cuerpo y es el principal nervio de la extremidad inferior.

A nivel anterior, el nervio y los vasos obturadores pasan entre la pelvis y el muslo a través del conducto obturador, que se forma entre el hueso situado en la porción superior del agujero obturador y la membrana obturatriz, que cierra la mayor parte del agujero durante la vida.

Periné

Las estructuras pasan entre el periné y la región glútea a través del agujero ciático menor (fig. 6.14). La más relevante para la extremidad inferior es el tendón del músculo obturador interno.

El nervio y la arteria del periné (la arteria pudenda interna y el nervio pudendo) salen de la pelvis a través del agujero ciático mayor hacia el interior de la región glútea y después pasan inmediatamente alrededor de la espina isquiática (ciática) y el ligamento sacroespinoso, y a través del agujero ciático menor para entrar en el periné.

PUNTOS FUNDAMENTALES

La inervación proviene de nervios espinales lumbares y sacros

La inervación motora somática y sensitiva general de la extremidad inferior proviene de nervios periféricos originados en los plexos lumbar y sacro, situados en las paredes pélvica y abdominal posterior. Estos plexos están formados por los ramos anteriores de L1 a L3 y la mayor parte de L4 (plexo lumbar) y L4 a S5 (plexo sacro).

Los nervios originados en los plexos lumbar y sacro y que entran en la extremidad inferior llevan fibras de los niveles medulares L1 a S3 (fig. 6.15). Los nervios de los segmentos sacros inferiores inervan el periné. Los nervios terminales salen del abdomen y la pelvis a través de varias aberturas y agujeros y entran en la extremidad. *Como consecuencia de esta inervación, los nervios lumbares y sacros superiores se exploran examinando la extremidad inferior. Además, los signos clínicos*

(como el dolor, los «pinchazos y agujas», las parestesias y las fasciculaciones musculares) debidos a cualquier trastorno que afecte a estos nervios espinales (p. ej., un disco intervertebral herniado en la región lumbar) aparecen en la extremidad inferior.

Los dermatomas de la extremidad inferior se muestran en la figura 6.16. Las regiones en las que puede explorarse la sensibilidad y que son razonablemente autónomas (tienen un mínimo solapamiento) son:

- Sobre el ligamento inguinal: L1.
- Cara lateral del muslo: L2.
- Cara medial inferior del muslo: L3.
- Cara lateral del dedo gordo (dedo 1): L4.
- Cara lateral del dedo 2: L5.
- Quinto dedo (dedo 5): S1.
- Cara posterior del muslo: S2.
- Piel sobre el pliegue glúteo: S3.

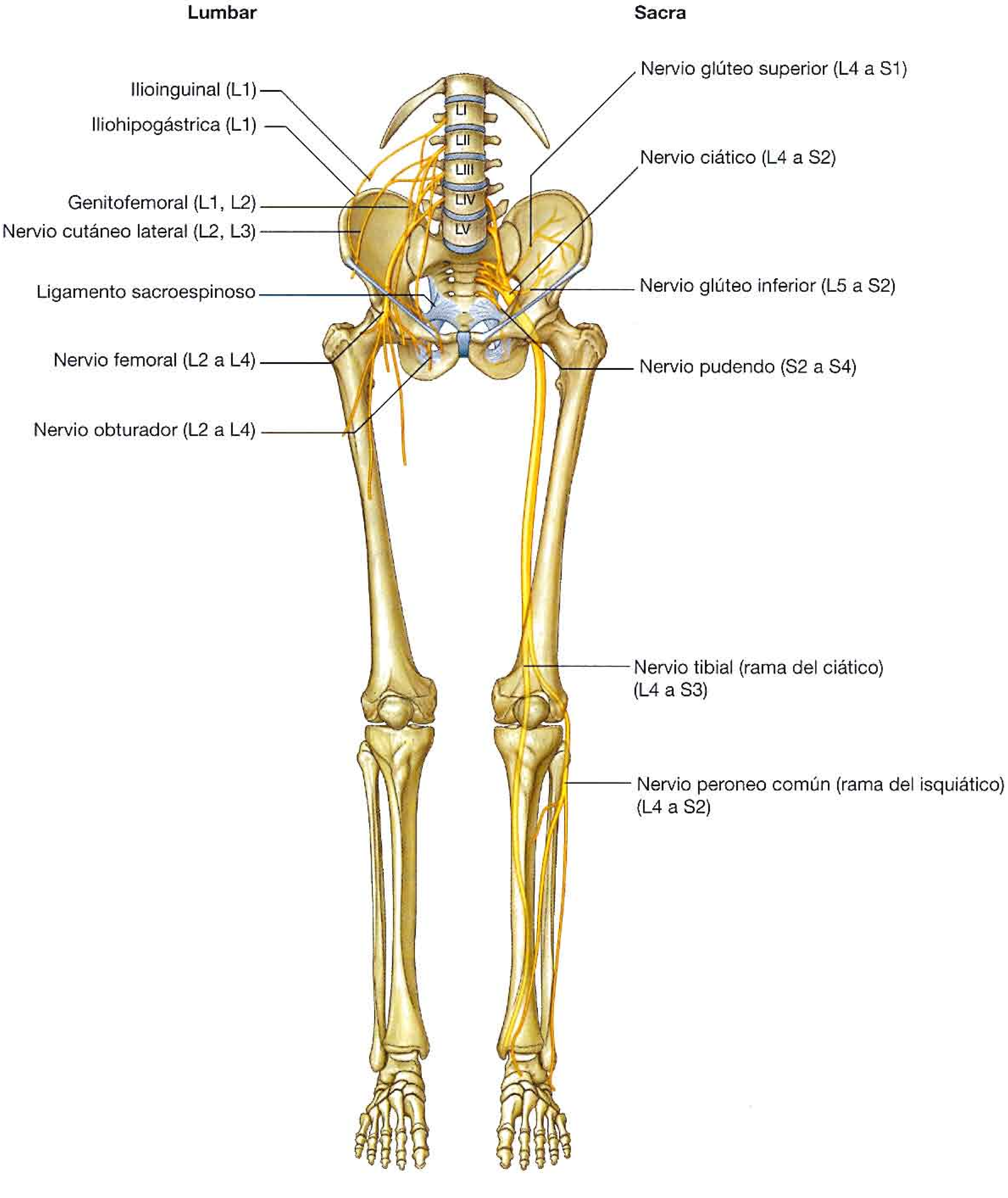


Fig. 6.15 Inervación de la extremidad inferior.

Los dermatomas de S4 y S5 se exploran en el periné.

Los miotomas se exploran mediante movimientos articulares seleccionados (fig. 6.17). Por ejemplo:

- La flexión de la cadera está controlada sobre todo por L1 y L2.
- La extensión de la rodilla por L3 y L4.
- La flexión de la rodilla por L5 a S2.
- La flexión plantar del pie por S1 y S2.
- La aducción de los dedos por S2 y S3.

En un paciente inconsciente se pueden explorar las funciones sensitiva somática y motora somática de los niveles medulares utilizando los reflejos tendinosos:

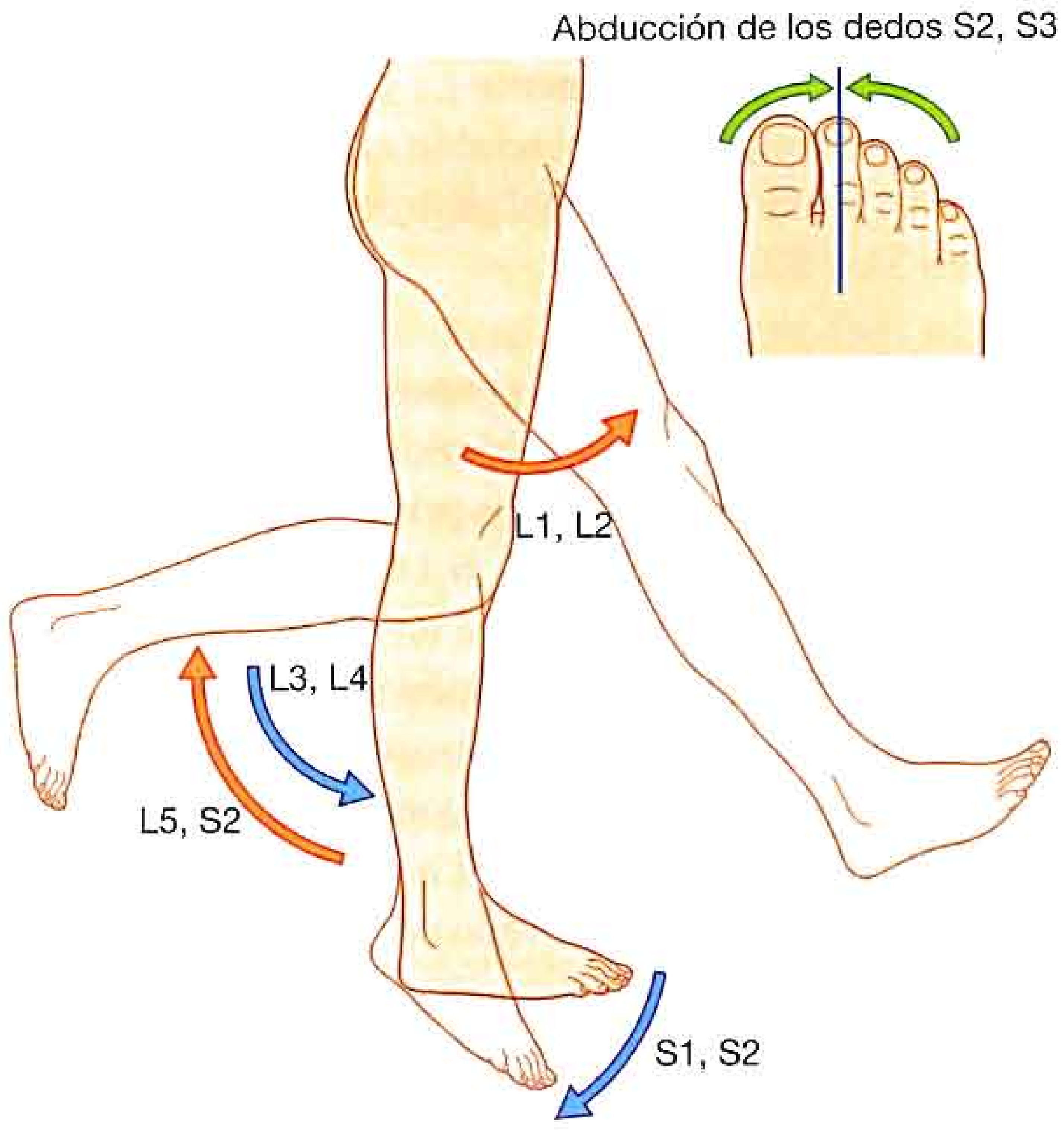


Fig. 6.17 Movimientos generados por los miotomas.

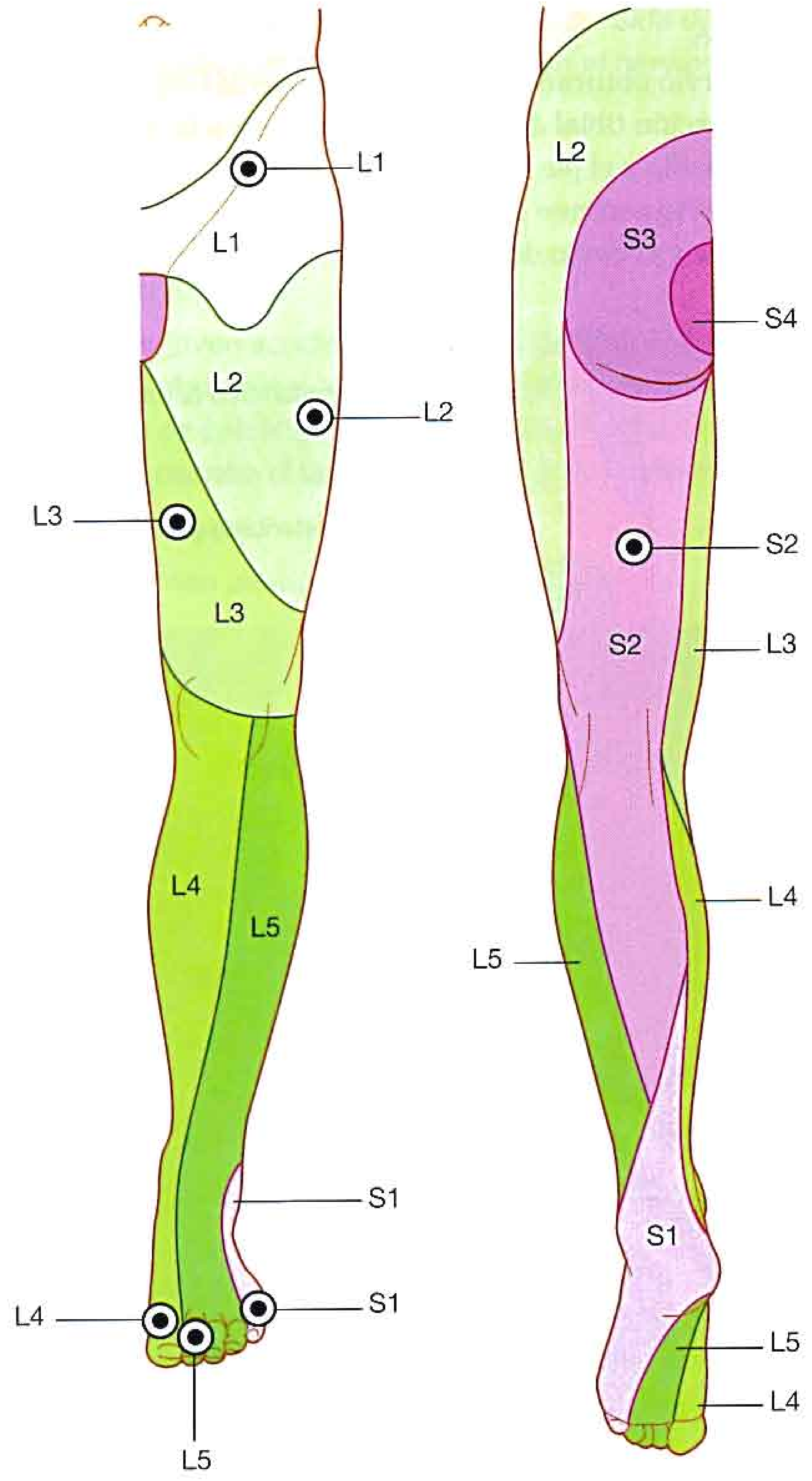


Fig. 6.16 Dermatomas de la extremidad inferior. Los puntos indican zonas autónomas (es decir, con un mínimo solapamiento).

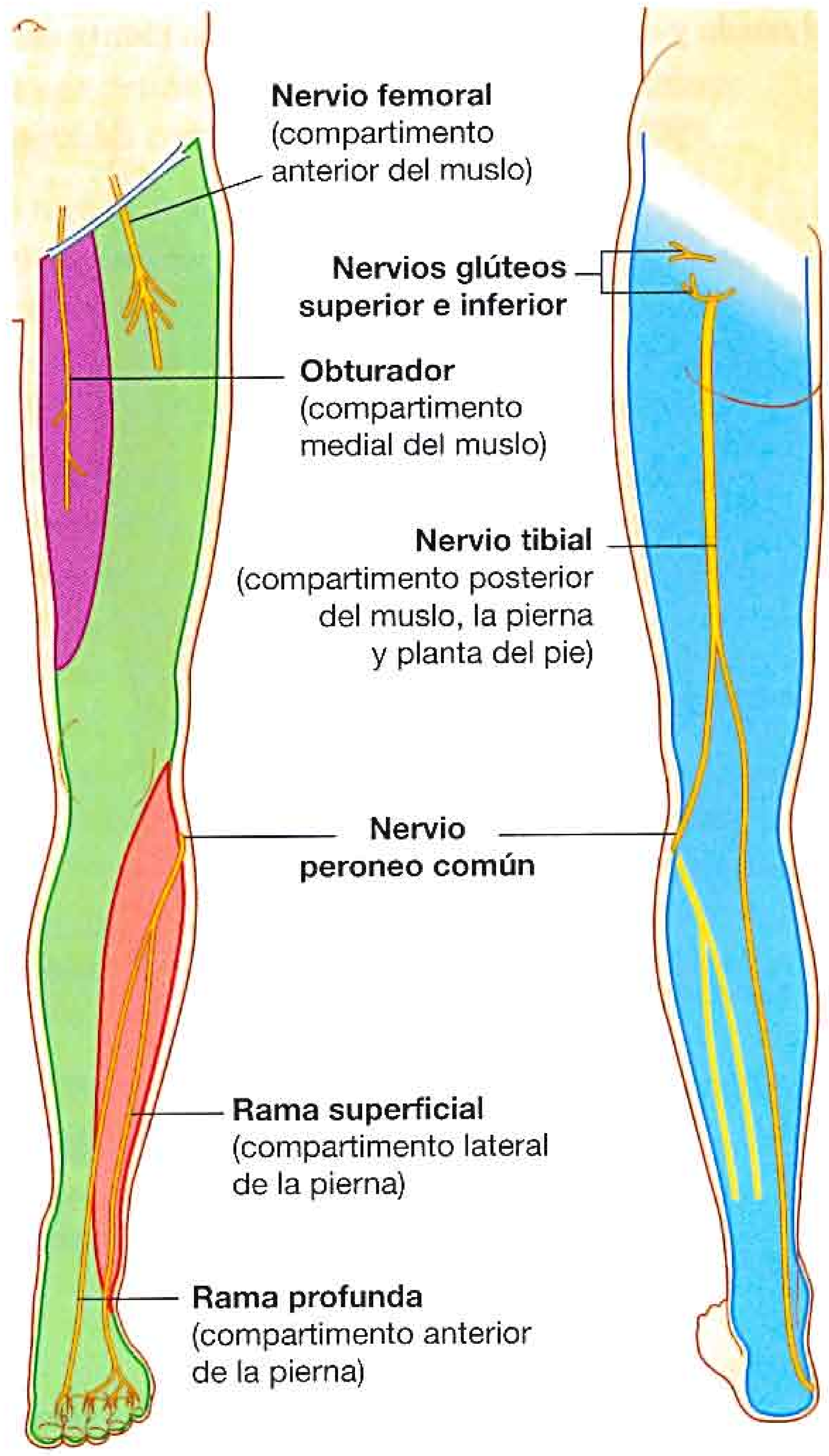


Fig. 6.18 Principales nervios de la extremidad inferior.

- Un pequeño «golpe» sobre el tendón rotuliano de la rodilla explora principalmente L3 y L4.
- Un pequeño golpe sobre el tendón calcáneo situado detrás del tobillo (tendón del gastrocnemio y del sóleo) explora S1 y S2.

Cada uno de los principales grupos musculares o compartimentos de las extremidades inferiores está inervado sobre todo por uno o más de los nervios principales que se originan en los plexos lumbar y sacro (fig. 6.18):

- Los grandes músculos de la región glútea están inervados por los nervios glúteos superior e inferior.
- La mayoría de los músculos del compartimento anterior del muslo están inervados por el nervio femoral (excepto el tensor de la fascia lata, inervado por el nervio glúteo superior).
- La mayoría de los músculos del compartimento medial están inervados por el nervio obturador (salvo el pectíneo, inervado por el nervio femoral, y parte del aductor mayor, inervado por la división tibial del nervio ciático).
- La mayoría de los músculos del compartimento posterior del muslo y de la pierna, así como los de la planta del pie están inervados por la porción tibial del nervio ciático (excepto la cabeza corta del bíceps femoral en la región posterior del muslo, inervada por la división peronea común del nervio ciático).
- Los compartimentos anterior y lateral de la pierna y los músculos asociados con la superficie dorsal del pie están inervados por la porción peronea común del nervio ciático.

Además de inervar los grupos musculares fundamentales, cada uno de los nervios periféricos principales originados en los plexos lumbar y sacro transporta información sensitiva general de áreas cutáneas (fig. 6.19). La sensibilidad de estas áreas puede utilizarse para explorar las lesiones de los nervios periféricos:

- El nervio femoral inerva la piel de la porción anterior del muslo, la cara medial de la pierna y la cara medial del tobillo.
- El nervio obturador inerva la cara medial del muslo.
- La porción tibial del nervio ciático inerva la cara lateral del tobillo y el pie.
- El nervio peroneo común inerva la cara lateral de la pierna y el dorso del pie.

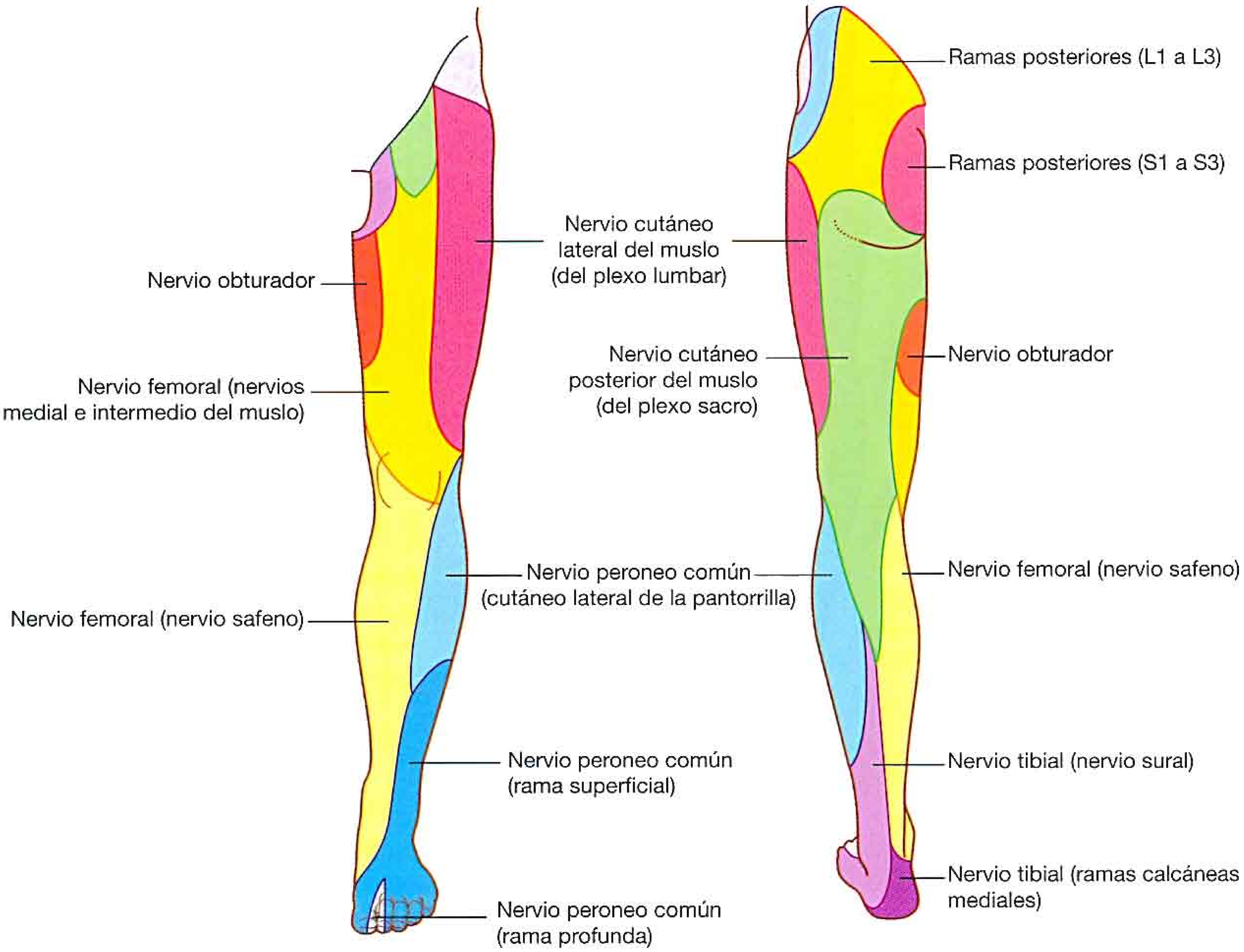


Fig. 6.19 Regiones de piel inervadas por nervios periféricos.

Nervios relacionados con el hueso

El ramo peroneo común del nervio ciático se curva en sentido lateral alrededor del cuello del peroné cuando pasa desde la fosa poplítea a la pierna (fig. 6.20). El nervio puede hacerse rodar sobre el hueso justo distal a la inserción del bíceps femoral en la cabeza del peroné. En esta localización, el nervio puede lesionarse por un impacto, una fractura del hueso o como consecuencia de escayolas muy ajustadas sobre la pierna.

Venas superficiales

Las grandes venas incluidas en la fascia subcutánea (superficial) de la extremidad inferior (fig. 6.21) suelen distenderse (varices). Estos vasos también pueden utilizarse para trasplantes vasculares.

La venas superficiales más destacadas son las venas safenas mayor y menor, que se originan en las porciones medial y lateral, respectivamente, de un arco venoso dorsal situado en el pie.

- La vena safena mayor pasa hacia la cara medial de la pierna, la rodilla y el muslo hasta atravesar una abertura situada en la fascia profunda que cubre el triángulo femoral y se une a la vena femoral.
- La vena safena menor pasa por debajo del extremo distal del peroné (maléolo lateral), sube por la cara posterior de la pierna hasta atravesar la fascia profunda y se une a la vena poplítea posterior a la rodilla.

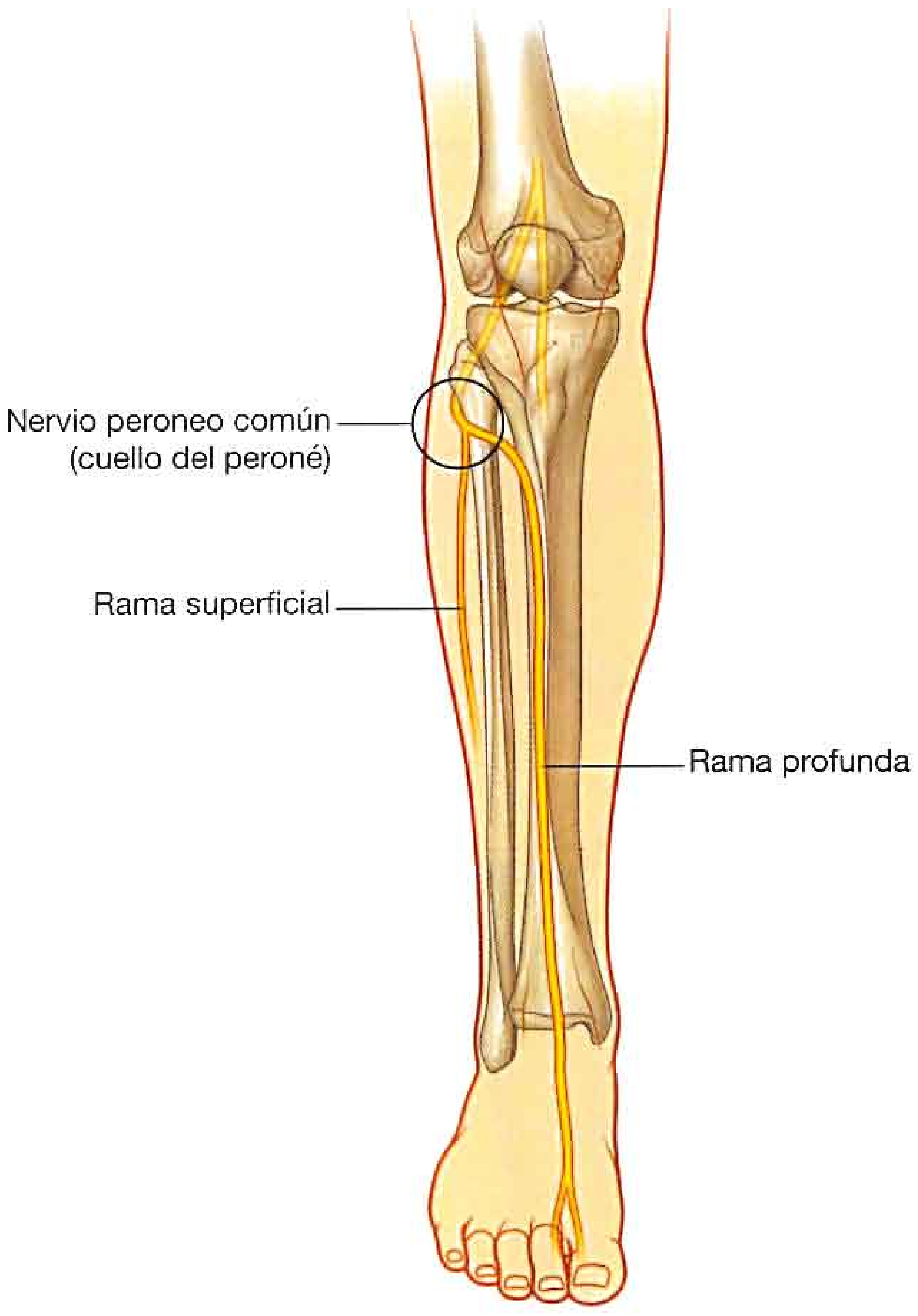


Fig. 6.20 Nervios relacionados con huesos.

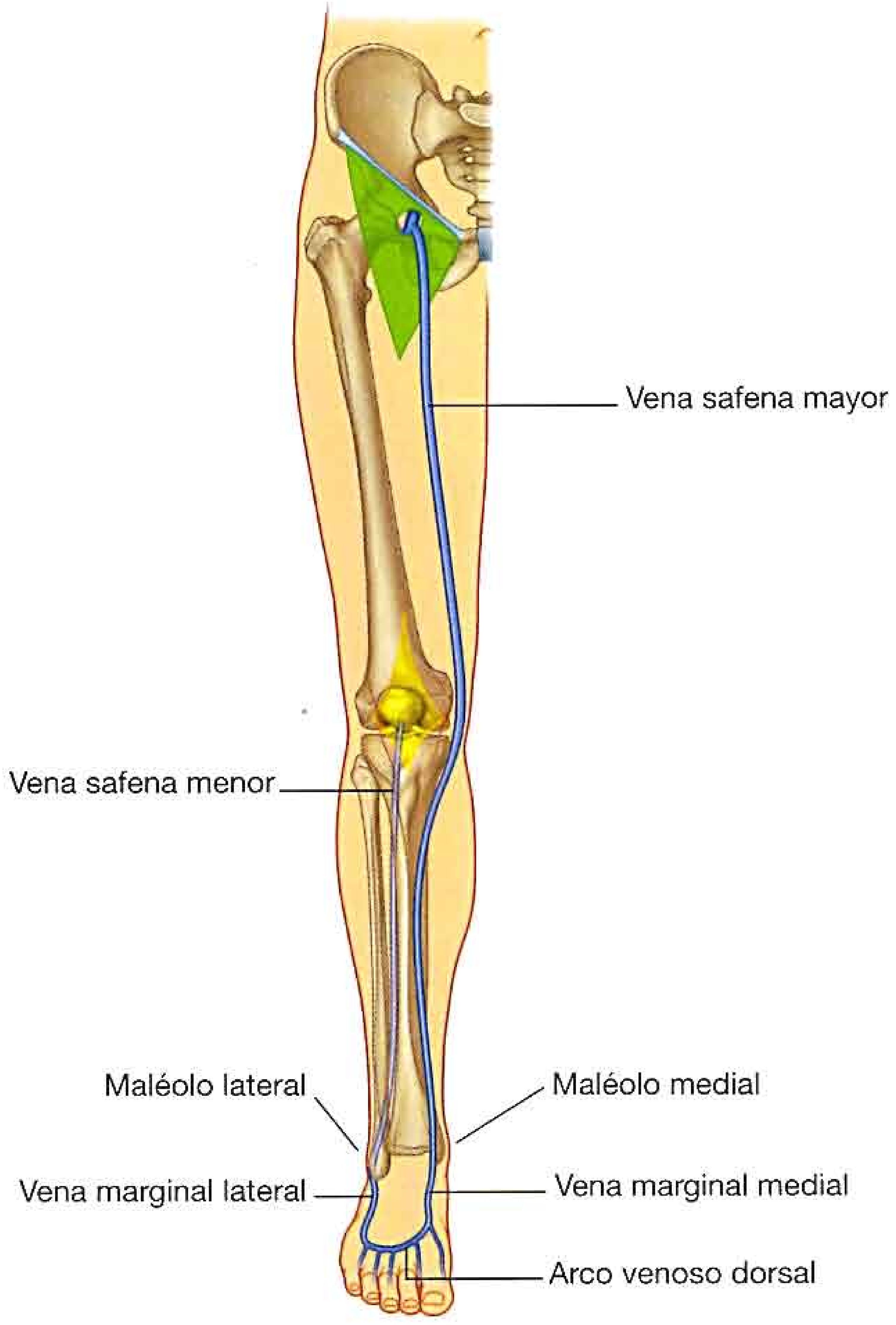


Fig. 6.21 Venas superficiales.

Anatomía regional

TRANSICIÓN DESDE EL ABDOMEN Y LA PELVIS HASTA LA EXTREMIDAD INFERIOR

Cada extremidad inferior se dispone adyacente a la superficie externa de la pelvis y el extremo inferior de la pared abdominal anterior. Los nervios terminales que inervan la extremidad inferior se originan en el plexo lumbosacro dentro del abdomen y la pelvis. Los vasos que irrigan la extremidad inferior también se originan en el abdomen y la pelvis.

Así, nervios y vasos pasan desde el tronco hasta la extremidad inferior a través de las aberturas de las paredes pélvicas o a nivel anterior sobre los bordes superiores de la pelvis bajo la inserción de la pared abdominal al ligamento inguinal (fig. 6.22).

Esto es lo contrario de la situación que se da en la extremidad superior, donde las estructuras pasan entre el cuello y la extremidad superior a través de una sola entrada axilar formada entre la primera costilla, la clavícula y el borde superior de la escápula, y donde el plexo braquial, que da origen a los nervios que inervan la extremidad superior, se forma sobre todo en las regiones proximales de la propia extremidad.

Los elementos esqueléticos que participan en el anclaje de la extremidad inferior al tronco son la pelvis ósea y el extremo pro-

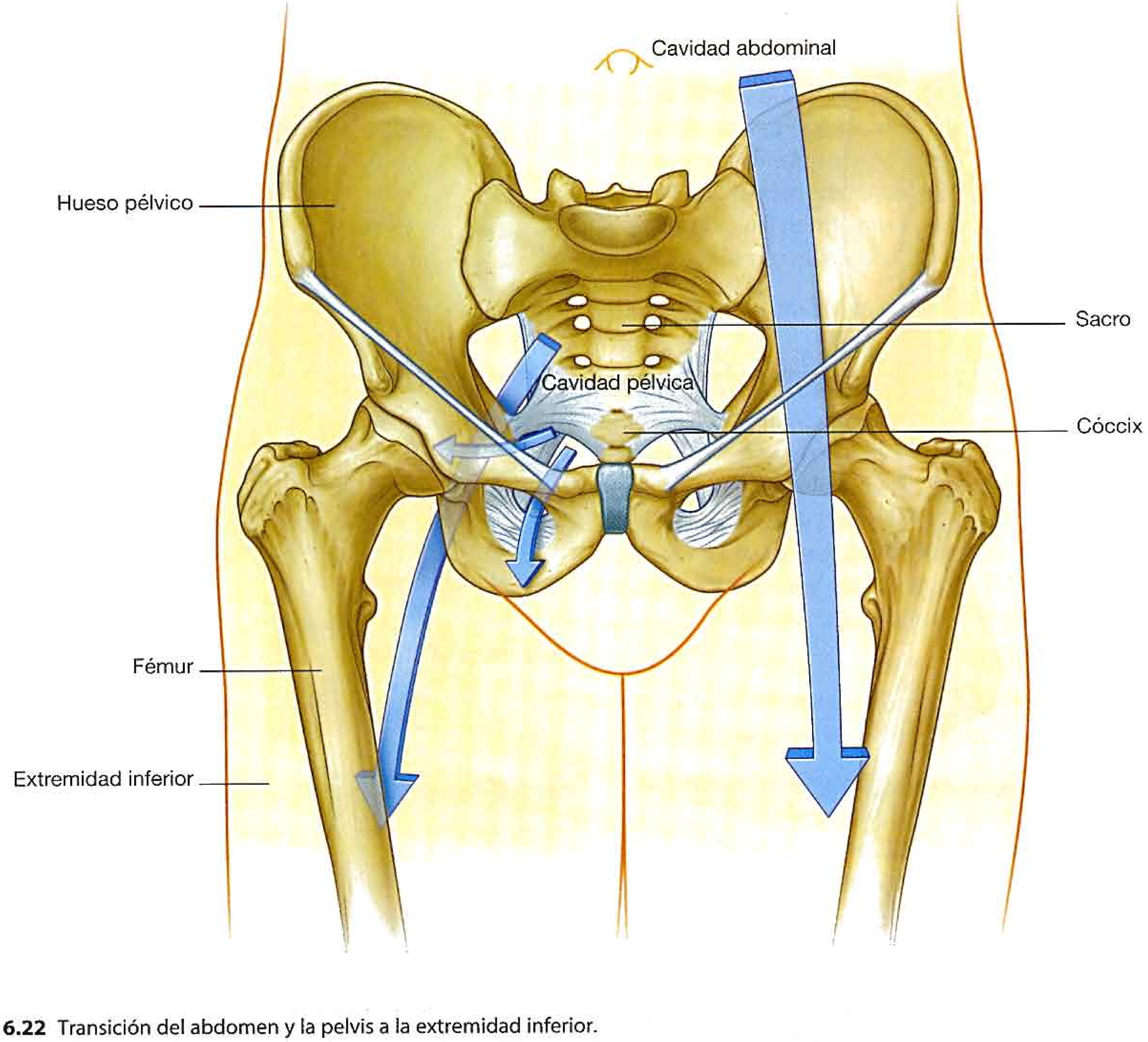


Fig. 6.22 Transición del abdomen y la pelvis a la extremidad inferior.

ximal del fémur. La articulación entre estos dos huesos es la articulación de la cadera.

Pelvis ósea

Las superficies externas de los huesos pélvicos, el sacro y el cóccix son las principales regiones de la pelvis asociadas con la extremidad inferior, aunque algunos músculos se originan en la superficie profunda o interna de estos huesos y en las superficies internas de las vértebras lumbares, por arriba (fig. 6.23).

Cada hueso pélvico está formado por tres huesos (ilion, isquion y pubis), que se fusionan durante la infancia. El **ilion** es superior, en tanto que el **pubis** y el **isquion** son anteroinferior y posteroinferior, respectivamente.

El ilion se articula con el sacro. El hueso pélvico está además anclado al extremo de la columna vertebral (sacro y cóccix) por los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso, que se insertan en una tuberosidad y una espina del isquion.

La superficie externa del ilion, y las superficies adyacentes del sacro, el cóccix y el ligamento sacrotuberoso, se asocian con la región glútea de la extremidad inferior y proporcionan una amplia inserción muscular. La tuberosidad isquiática constituye la inserción de muchos de los músculos del compartimento posterior del muslo, y la rama isquiopúbica y cuerpo del pubis se asocian sobre todo a los músculos del compartimento medial del muslo. La cabeza del fémur se articula con el acetábulo en la superficie lateral del hueso pélvico.

Ilion

La parte superior en forma de abanico del ilion se asocia en su cara interna con el abdomen y en la externa con la extremidad inferior. La porción superior de esta región es la **cresta ilíaca,** que termina a nivel anterior en la **espina ilíaca anterosuperior** y a nivel posterior en la **espina ilíaca posterosuperior.** Una expansión lateral prominente de la cresta, justo posterior a la espina ilíaca anterosuperior, es el **tubérculo de la cresta.**

La espina ilíaca anteroinferior está en el borde anterior del ilion, y por debajo de ésta, donde el ilion se fusiona con el pubis, existe un área ósea elevada (la **eminencia iliopúbica**).

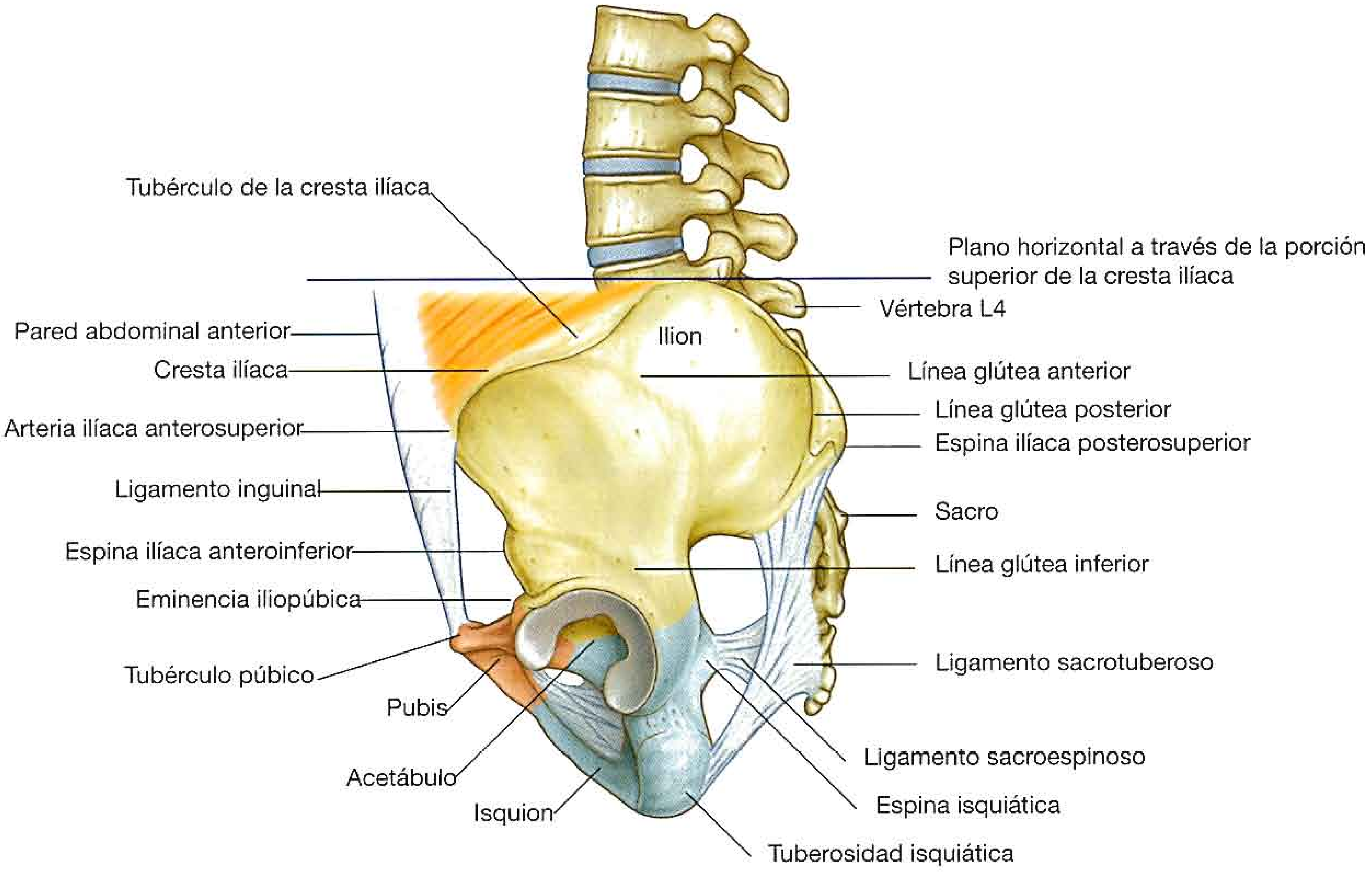


Fig. 6.23 Superficie externa de la pelvis ósea. Vista lateral.

La superficie glútea del ilion está en un plano posterolateral y se dispone por debajo de la cresta ilíaca. Presenta tres líneas curvas (líneas glúteas inferior, anterior y posterior), que dividen la superficie en cuatro regiones:

- La **línea glútea inferior** se origina justo por encima de la espina ilíaca anteroinferior y se curva en sentido inferior a través del hueso para acabar cerca del borde posterior del acetábulo: el músculo recto femoral se inserta en la espina ilíaca anteroinferior y en una región rugosa de hueso que hay entre el borde superior del acetábulo y la línea glútea inferior.
- La **línea glútea anterior** se origina en el borde lateral de la cresta ilíaca, entre la espina ilíaca anterosuperior y el tubérculo de la cresta, y se curva en sentido inferior a través del ilion para desaparecer justo por encima del borde superior del agujero ciático mayor: el músculo glúteo medio se origina entre las líneas glúteas inferior y anterior.
- La **línea glútea posterior** desciende casi verticalmente desde la cresta ilíaca hasta una posición cercana a la espina ilíaca posteroinferior: el músculo glúteo medio se inserta en el hueso que hay entre las líneas glúteas anterior y posterior, en tanto que el músculo glúteo mayor se inserta posterior a la línea glútea posterior.

Tuberosidad isquiática

La **tuberosidad isquiática** es posteroinferior al acetábulo y se asocia sobre todo con los músculos isquiotibiales de la porción posterior del muslo (fig. 6.24). Está dividida en las áreas superior e inferior por una línea transversal.

El área superior de la tuberosidad isquiática se orienta en sentido vertical y se subdivide en dos partes por una línea oblicua, que desciende, de medial a lateral, a través de la superficie:

- La porción más medial del área superior es para la inserción del origen combinado del músculo semitendinoso y la cabeza larga del músculo bíceps femoral.
- La parte lateral es para la inserción del músculo semimembranoso.

El área inferior de la tuberosidad isquiática se orienta en sentido horizontal y una cresta ósea la divide en las regiones medial y lateral:

- La región lateral proporciona la inserción de parte del músculo aductor mayor.
- La parte medial se dirige en sentido inferior y está cubierta por tejido conjuntivo y por una bolsa serosa.

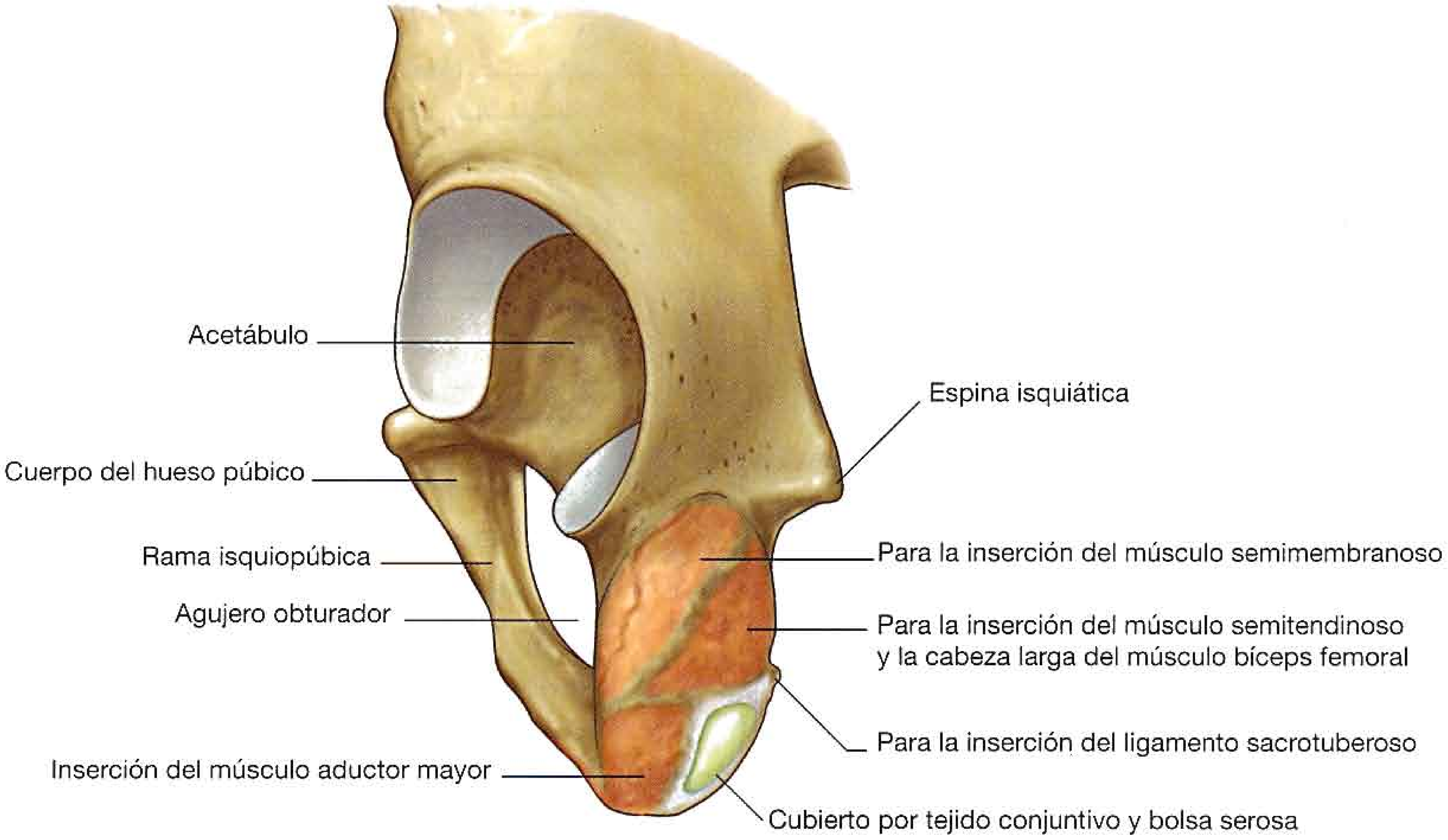


Fig. 6.24 Tuberosidad isquiática. Vista posterolateral.

Cuando se está sentado, esta parte medial soporta el peso del cuerpo.

El ligamento sacrotuberoso se inserta en una cresta aguda situada en el borde medial de la tuberosidad isquiática.

Rama isquiopúbica y pubis

Las superficies externas de la rama isquiopúbica anterior a la tuberosidad isquiática y al cuerpo del pubis son el lugar de inserción de los músculos del compartimento medial del muslo (fig. 6.24). Estos músculos son el aductor largo, el aductor corto, el aductor mayor, el pectíneo y el grácil.

Acetábulo

El **acetábulo,** que tiene forma de copa para poder articularse con la cabeza del fémur, se sitúa en la superficie lateral del hueso pélvico, en la región donde se fusionan el ilion, el pubis y el isquion (fig. 6.25).

El borde del acetábulo está indicado a nivel inferior por una escotadura prominente **(escotadura acetabular).**

La pared del acetábulo consta de partes no articulares y articulares:

- La parte no articular es rugosa y forma una depresión circular poco excavada (la **fosa acetabular**) en las partes central e inferior del suelo del acetábulo: la escotadura acetabular se continúa con la fosa acetabular.
- La superficie articular es ancha y rodea los bordes anterior, superior y posterior de la fosa acetabular.
- La superficie articular lisa con forma de medialuna (la **cara semilunar**) es más ancha a nivel superior, por donde la mayor parte del peso del cuerpo se transmite a través de la pelvis hasta el fémur. La cara semilunar es incompleta a nivel inferior, en la escotadura acetabular.

La fosa acetabular es la zona de inserción del ligamento de la cabeza del fémur, mientras que los vasos sanguíneos y los nervios pasan a través de la escotadura acetabular.

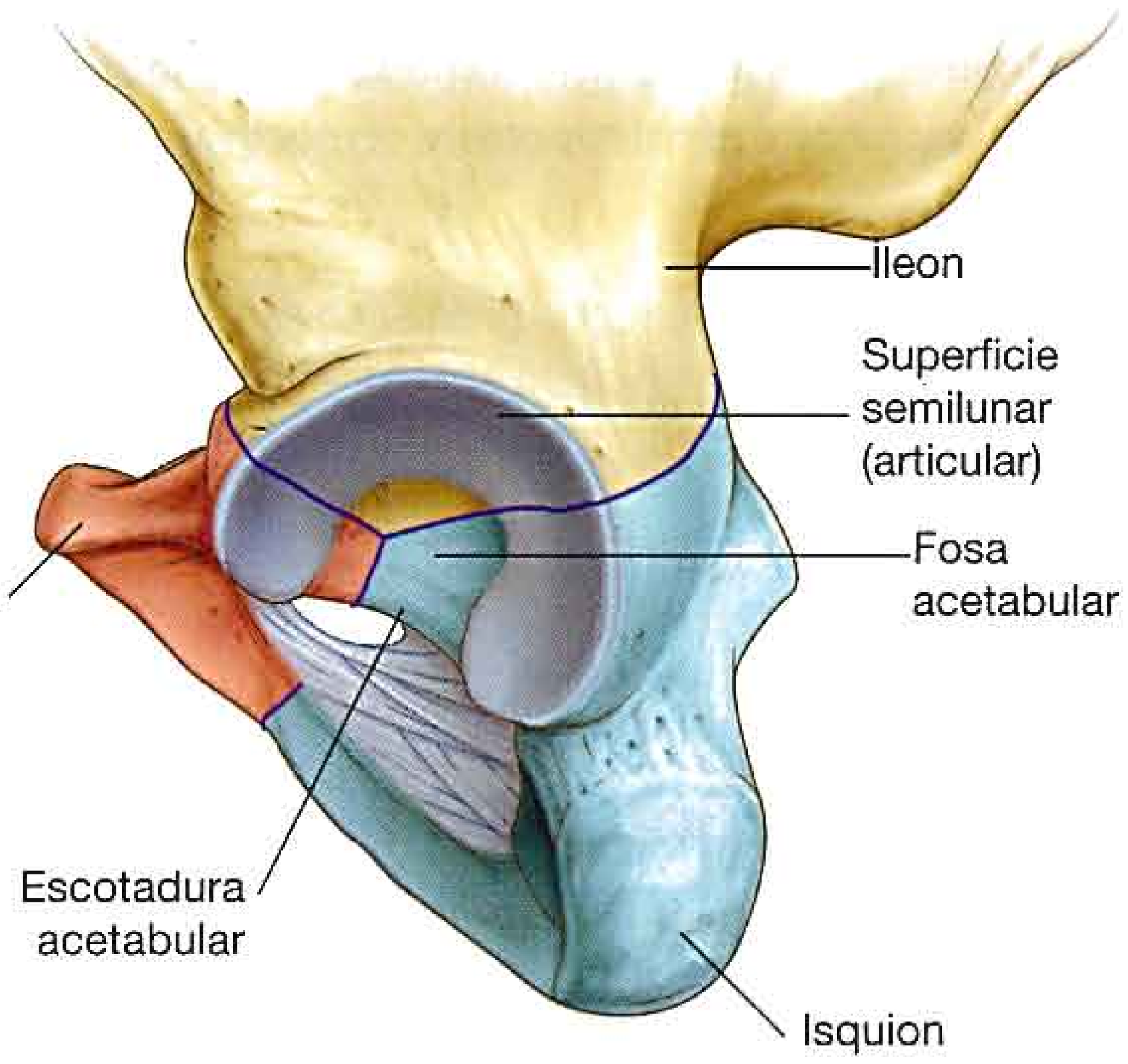


Fig. 6.25 Acetábulo.

Conceptos prácticos

Fracturas pélvicas

Los huesos pélvicos, el sacro y las articulaciones asociadas forman unos anillos óseos que rodean a la cavidad pélvica. Cuando se fractura la pelvis debe sospecharse una lesión de las partes blandas y de los órganos viscerales. En los pacientes con múltiples lesiones y signos de traumatismo torácico, abdominal y de extremidad inferior se debe descartar también un traumatismo pélvico.

Las fracturas pélvicas pueden asociarse con una pérdida de sangre apreciable (exanguinación oculta) y a menudo es necesaria una transfusión sanguínea. Además, esta hemorragia tiende a formar un hematoma pélvico significativo, que puede comprimir nervios, hacer presión sobre órganos e inhibir la función visceral pélvica (fig. 6.26).

Existen muchas formas de clasificar las fracturas pélvicas, lo que permite al cirujano determinar el tratamiento adecuado y el pronóstico del paciente. Las fracturas pélvicas suelen ser de cuatro tipos:

- Las lesiones de tipo 1 se producen sin una ruptura del anillo pélvico óseo (p. ej., una fractura de la cresta ilíaca). Estos tipos de lesiones no suelen representar un traumatismo significativo, aunque en el caso de una fractura de la cresta ilíaca puede ser necesario evaluar la pérdida de sangre.
- Las lesiones de tipo 2 aparecen en forma de una sola rotura del anillo pélvico óseo. Un ejemplo de esto sería una fractura sencilla con diástasis (separación) de la sínfisis del pubis. Estas lesiones son de naturaleza relativamente benigna, pero puede ser adecuado evaluar la pérdida de sangre.

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

- Las lesiones del tipo 3 presentan una doble rotura del anillo pélvico óseo. Incluyen las fracturas bilaterales de las ramas del pubis, que pueden lesionar la uretra.

Otros tipos de lesión son las fracturas de las ramas del pubis y la ruptura de la unión sacroilíaca con o sin luxación. Esto puede provocar un traumatismo pélvico visceral y hemorragia significativos.

- Las lesiones del tipo 4 se producen en el acetábulo o en torno a él.

Otras lesiones pélvicas son las fracturas por sobrecarga y las fracturas por insuficiencia, como se ven en los deportistas y en los ancianos con osteoporosis, respectivamente.

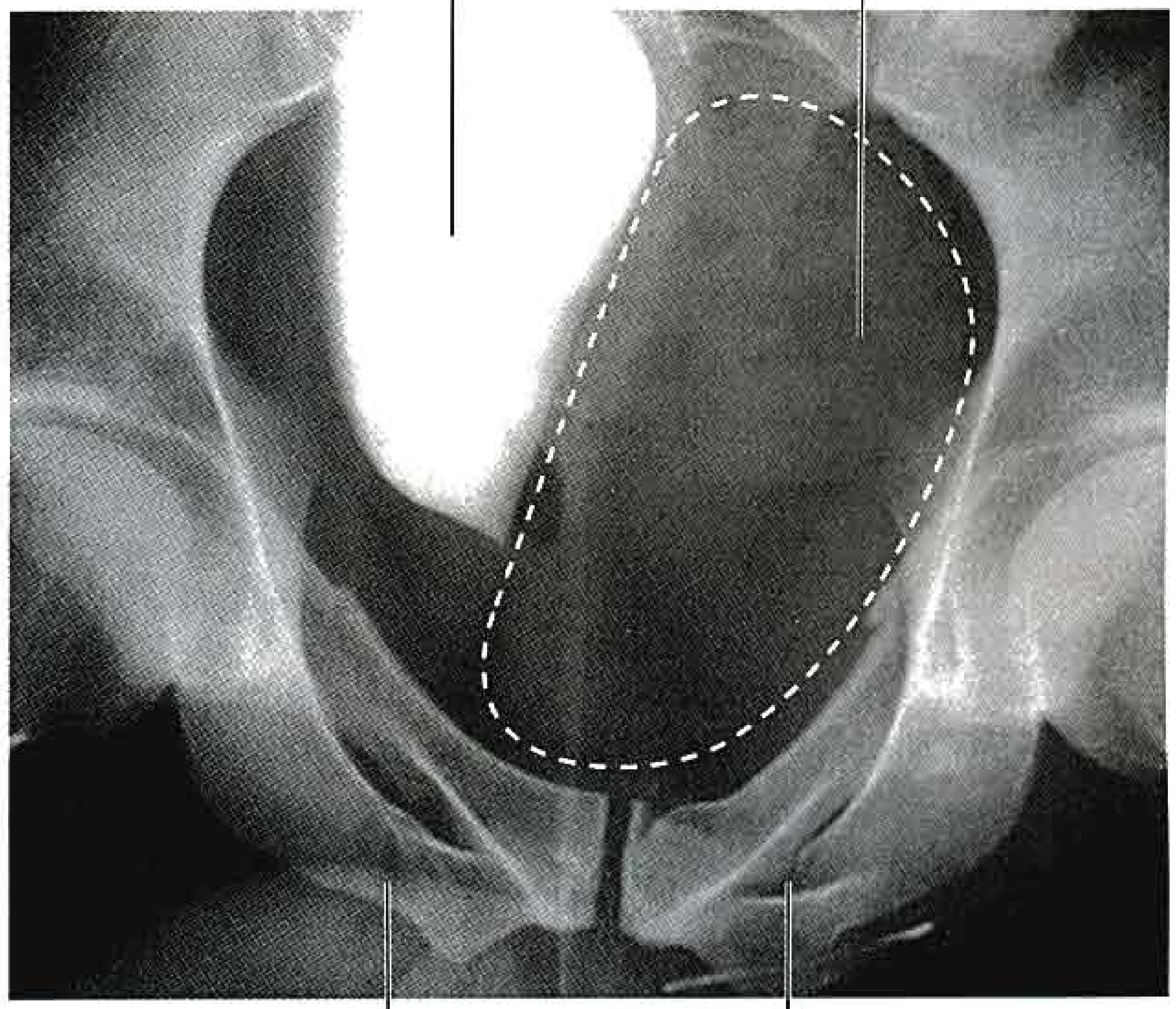


Fig. 6.26 Fracturas múltiples de la pelvis. Radiografía con contraste en la vejiga. Una gran acumulación de sangre está deformando la vejiga.

Porción proximal del fémur

El fémur es el hueso del muslo y constituye el hueso más largo del cuerpo. Su extremo proximal se caracteriza por una cabeza, un cuello y dos grandes proyecciones (los trocánteres mayor y menor) en la parte superior de la diáfisis (fig. 6.27).

La **cabeza** del fémur es esférica y se articula con el acetábulo del hueso pélvico. Se caracteriza por presentar una pequeña depresión no articular **(fosita)** en su superficie medial para la inserción del ligamento de la cabeza.

El **cuello** del fémur es un puntal cilíndrico de hueso que conecta la cabeza con la diáfisis. Se proyecta a nivel superomedial desde la diáfisis formando un ángulo de unos 125° y se proyecta ligeramente hacia delante. La orientación del cuello respecto de la diáfisis aumenta el arco de movilidad de la articulación de la cadera.

La parte superior de la **diáfisis** del fémur alberga los trocánteres mayor y menor, que son zonas de inserción para los músculos que mueven la articulación de la cadera.

Trocánteres mayor y menor

El **trocánter mayor** se extiende a nivel superior desde la diáfisis del fémur, justo lateral a la región donde ésta se une al cuello del fémur (fig. 6.27). Continúa a nivel posterior allí donde su superficie medial tiene un surco profundo que forma la **fosa trocantérica.** La pared lateral de esta fosa tiene una depresión oval marcada para la inserción del músculo obturador externo.

El trocánter mayor presenta una cresta alargada sobre su superficie anterolateral para la inserción del glúteo menor y una cresta similar a nivel más posterior en su superficie lateral para la inserción del glúteo medio. Entre estos dos puntos se puede palpar el trocánter mayor.

En el lado medial de la cara superior del trocánter mayor y justo por encima de la fosa trocantérica existe una pequeña impresión para la inserción de los músculos obturador interno y sus músculos gemelos asociados, e inmediatamente por encima y por detrás de esta marca hay una impresión sobre el borde del trocánter para la inserción del músculo piriforme.

El **trocánter menor** es más pequeño que el mayor y tiene una forma cónica roma. Se proyecta en sentido posteromedial desde la diáfisis del fémur, justo por debajo de la unión con el cuello (fig. 6.27). Es la zona de inserción para los tendones combinados de los músculos psoas mayor e ilíaco.

Extendiéndose entre los dos trocánteres y separando la diáfisis del fémur de su cuello están la línea y la cresta intertrocantéricas.

Línea intertrocantérica

La **línea intertrocantérica** es una cresta ósea situada en la superficie anterior del borde superior de la diáfisis que desciende en sentido medial desde un tubérculo situado en la superficie anterior de la base del trocánter mayor hasta una

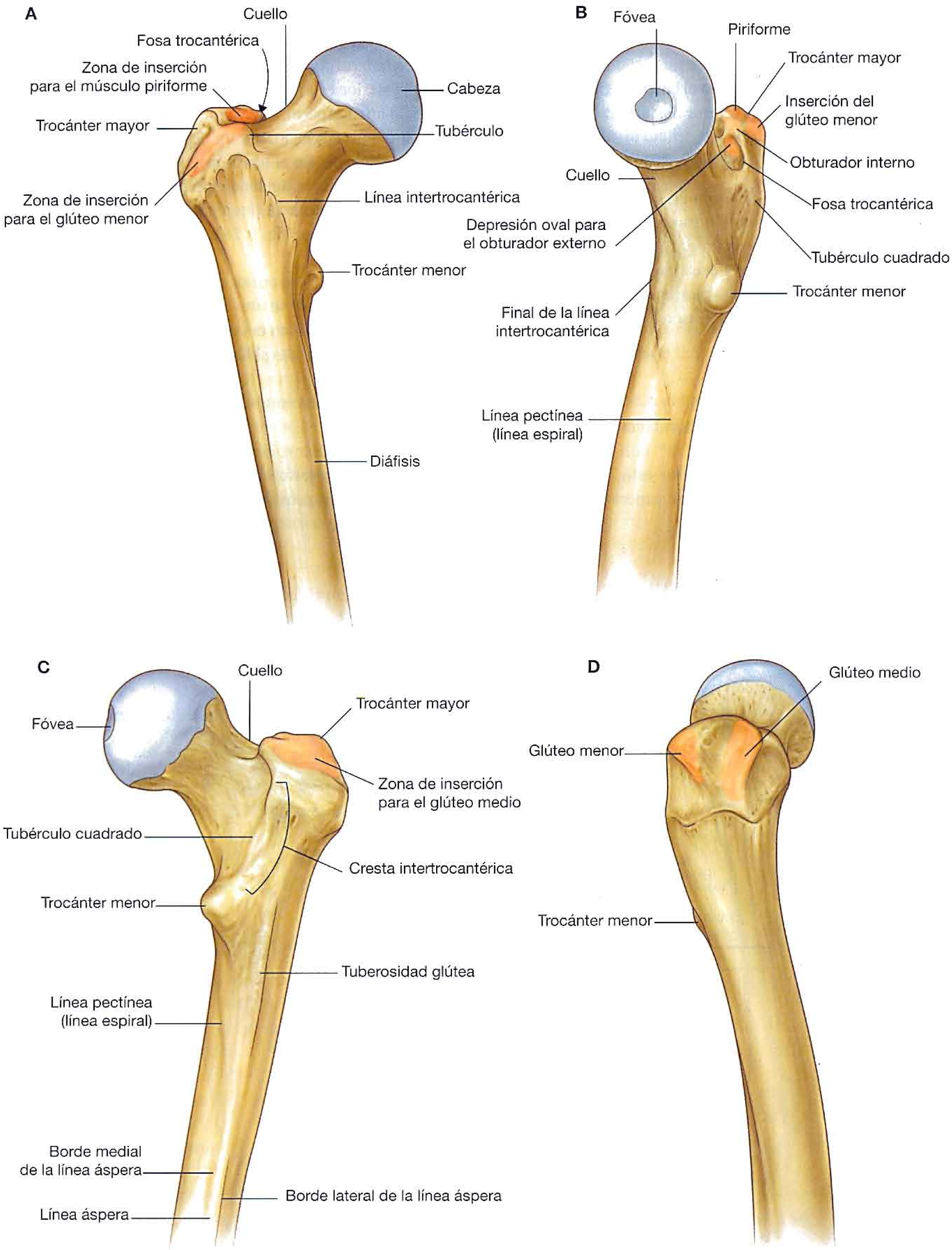


Fig. 6.27 Extremo proximal del fémur (izquierdo). **A.** Vista anterior. **B.** Vista medial. **C.** Vista posterior. **D.** Vista lateral.

posición justo anterior a la base del trocánter menor. Se continúa con la **línea pectínea** (línea espiral), que se curva en sentido medial debajo del trocánter menor y alrededor de la diáfisis del fémur para fundirse con el borde medial de la **línea áspera**, situada en la cara posterior del fémur.

Cresta intertrocantérica

La **cresta intertrocantérica** está en la superficie posterior del fémur y desciende en sentido medial a través del hueso desde el borde posterior del trocánter mayor hasta la base del trocánter menor. Es una cresta ósea lisa y ancha con un tubérculo prominente **(tubérculo cuadrado)** situado sobre su mitad superior, que constituye la inserción del músculo cuadrado femoral.

Diáfisis del fémur

La diáfisis del fémur desciende de lateral a medial en el plano coronal formando un ángulo de 7° con el eje vertical (fig. 6.28). El extremo distal del fémur está, por tanto, más cerca de la línea media que el extremo superior de la diáfisis.

El tercio medio de la diáfisis del fémur tiene forma triangular con unos bordes lateral y medial lisos entre las superficies anterior, lateral (posterolateral) y medial (posteromedial). El borde posterior es ancho y forma una cresta elevada prominente (la línea áspera).

La línea áspera es una zona destacada de inserción muscular en el muslo. En el tercio proximal del fémur, los bordes medial y lateral de la línea áspera divergen y continúan a nivel superior formando la línea pectínea y la tuberosidad glútea, respectivamente (fig. 6.28):

- La línea pectínea se curva en sentido anterior debajo del trocánter menor y se une a la línea intertrocantérica.
- La tuberosidad glútea es una rugosidad lineal ancha que se curva en sentido lateral hasta la base del trocánter mayor.

El músculo glúteo mayor se inserta en la tuberosidad del glúteo.

El área triangular rodeada por la línea pectínea, la tuberosidad glútea y la cresta intertrocantérica es la superficie posterior del extremo proximal del fémur.

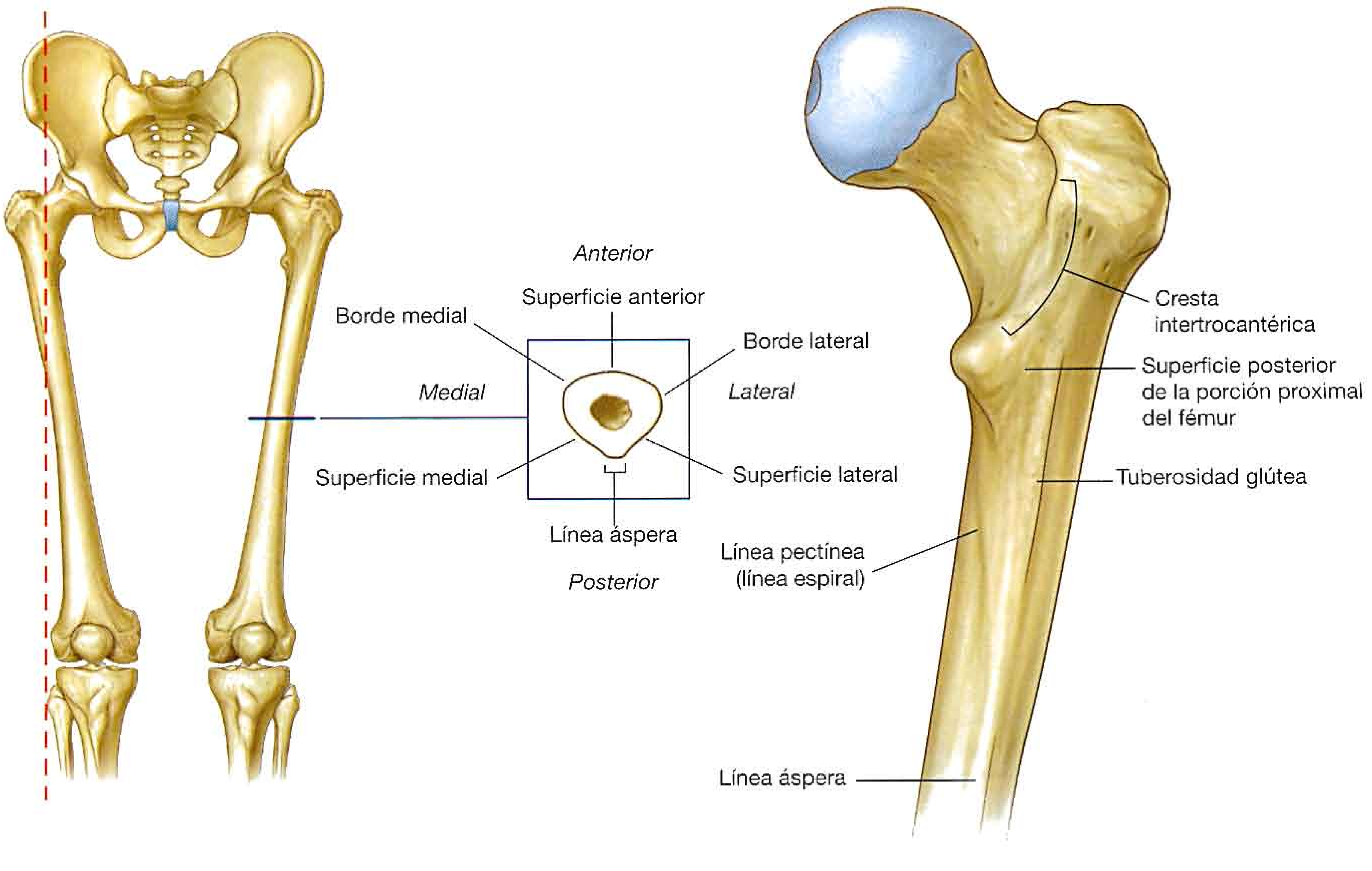


Fig. 6.28 Porción proximal de la diáfisis femoral (izquierda).

Conceptos prácticos

Irrigación de la cabeza y el cuello femoral

Alrededor de la base del cuello femoral se forma un anillo arterial extracapsular; a nivel posterior, por una gran rama de la arteria circunfleja femoral medial, y a nivel anterior, por ramas pequeñas de la arteria circunfleja femoral lateral. Este anillo arterial extracapsular se ve reforzado por irrigación procedente de las arterias glúteas superior e inferior, aunque estas ramas tienen una contribución menor y dan lugar a ramas ascendentes que discurren a lo largo del cuello femoral. A partir de estas ramas, otras ramas retinaculares entran en un anillo intraarticular subsinovial.

La irrigación de la cabeza y el cuello femorales se refuerza por la arteria del ligamento redondo, que deriva de la arteria obturatriz o de la arteria circunfleja femoral medial. Este vaso suele ser pequeño y variable.

Conceptos prácticos

Fracturas del cuello femoral

La mayoría de las facturas del cuello femoral son intracapsulares y rompen los vasos cervicales formados a partir del anillo intraarticular subsinovial. La cabeza femoral puede, por tanto, necrosarse. En ciertos casos es prudente operar y realizar una hemiartroplastia o una artroplastia total de cadera.

Otra fractura típica de la articulación de la cadera es la **fractura intertrocantérica.** La línea de fractura suele discurrir desde el trocánter mayor hasta el trocánter menor y no afecta al cuello femoral. Las fracturas intertrocantéricas conservan la irrigación femoral y no producen isquemia de la cabeza del fémur. Estos tipos de fractura suelen repararse mediante una placa y un clavo femoral, que discurre a través de la porción central del cuello femoral para conseguir la alineación. Estas fracturas consolidan bien y permiten una movilización precoz.

Fractura de la diáfisis femoral

Es necesaria una cantidad considerable de energía para fracturar la diáfisis del fémur. Este tipo de lesión suele acompañarse, por tanto, de una lesión de las partes blandas circundantes, como los compartimentos musculares y las estructuras que contienen. Tan pronto como se reduce la fractura es necesario tratar la lesión de cualquier estructura neurovascular.

Articulación de la cadera

La articulación de la cadera es una articulación sinovial entre la cabeza del fémur y el acetábulo del hueso pélvico (fig. 6.29A). Es una articulación multiaxial de bola y hueco diseñada para dar estabilidad y soportar peso a expensas de la movilidad. Los movimientos de la articulación son la flexión, la extensión, la aducción, la abducción, la rotación medial y lateral, y la circunducción.

Cuando se consideran los efectos de la acción muscular sobre la articulación de la cadera, deben tenerse en cuenta la gran longitud del cuello del fémur y la angulación del cuello respecto de la diáfisis. Por ejemplo, en la rotación medial y lateral del fémur participan músculos que mueven el trocánter mayor hacia delante y hacia atrás, respectivamente, respecto del acetábulo (fig. 6.29B).

Las superficies articulares de la articulación de la cadera son:

- La cabeza esférica del fémur.
- La superficie semilunar del acetábulo del hueso pélvico.

El acetábulo rodea casi por completo la cabeza hemisférica del fémur y contribuye sustancialmente a la estabilidad de la articulación. La fosa acetabular no articular contiene tejido conjuntivo laxo. La superficie semilunar está cubierta de cartílago hialino y es más ancha a nivel superior.

Excepto en la fosita, la cabeza del fémur también está cubierta por cartílago hialino.

El anillo del acetábulo está ligeramente elevado por un collar fibrocartilaginoso (el rodete acetabular). A nivel inferior, el rodete salta a través de la escotadura acetabular en forma de **ligamento transverso del acetábulo** y convierte la escotadura en un agujero (fig. 6.30A).

El **ligamento de la cabeza del fémur** es una banda plana de tejido conjuntivo fino que se une por un extremo a la fosita de la cabeza del fémur y por el otro a la fosa acetabular, al ligamento transverso del acetábulo y a los bordes de la escotadura acetabular (fig. 6.30B). Lleva una pequeña rama de la arteria obturatriz y contribuye a la irrigación de la cabeza del fémur.

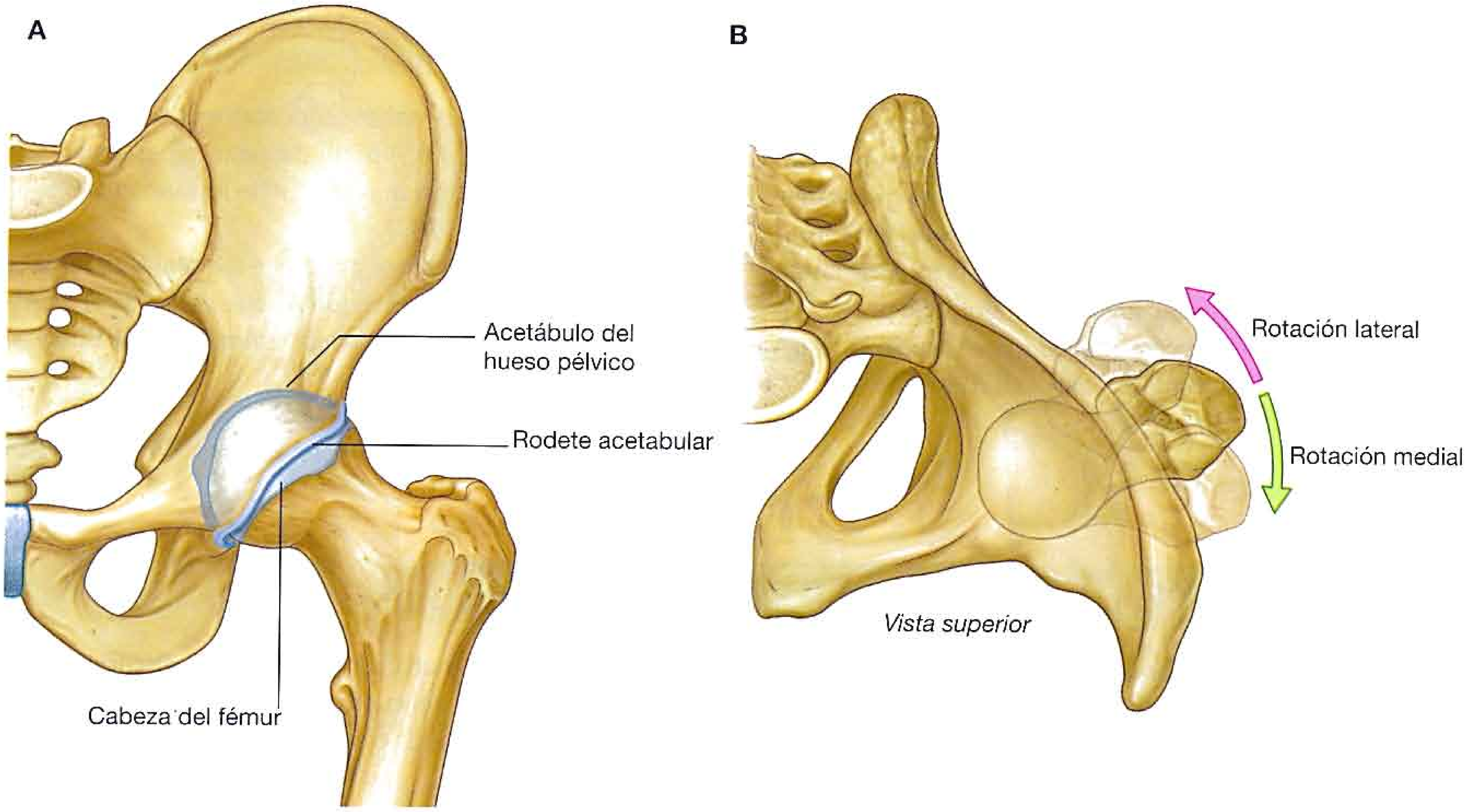


Fig. 6.29 Articulación de la cadera. **A.** Superficies articulares. **B.** Movimiento del cuello del fémur durante la rotación medial y lateral. Vista superior.

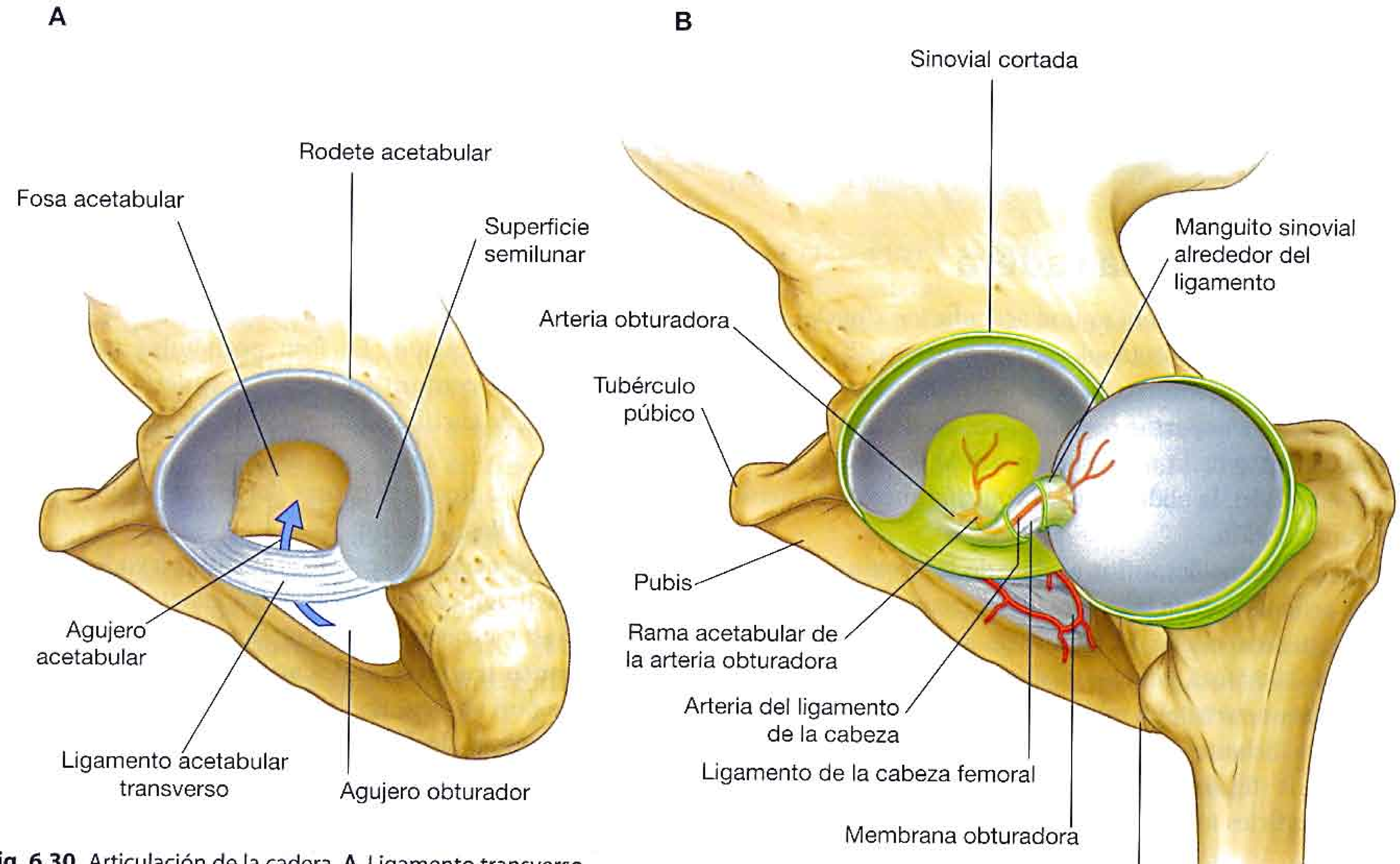


Fig. 6.30 Articulación de la cadera. **A.** Ligamento transverso del acetábulo. **B.** Ligamento de la cabeza del fémur. La cabeza del fémur se ha rotado en sentido lateral fuera del acetábulo para mostrar el ligamento.

La membrana sinovial se inserta en los bordes de las superficies articulares del fémur y del acetábulo, forma una cubierta tubular alrededor del ligamento de la cabeza del fémur y recubre la membrana fibrosa de la articulación (figs. 6.30B y 6.31). Desde su inserción en el borde de la cabeza del fémur, la membrana sinovial cubre el cuello del fémur antes de reflejarse en la membrana fibrosa (fig. 6.31).

La membrana fibrosa que rodea la articulación de la cadera es fuerte y generalmente gruesa. A nivel medial se une al borde del acetábulo, al ligamento transverso del acetábulo y al borde adyacente del agujero obturador (fig. 6.32A). A nivel lateral está unida a la línea intertrocantérica, situada sobre la cara anterior del fémur, y al cuello del fémur justo proximal a la cresta intertrocantérica en la superficie posterior.

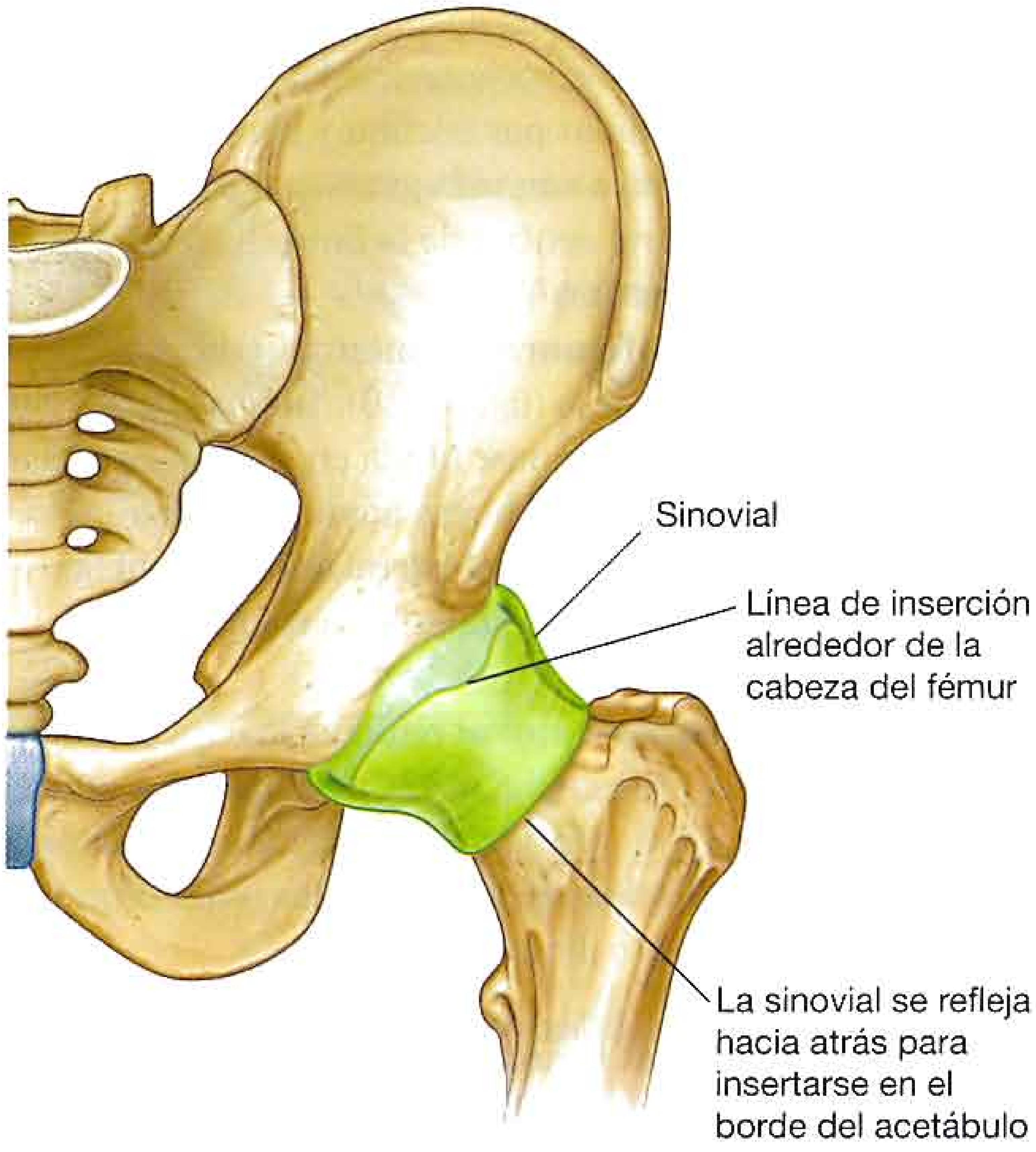


Fig. 6.31 Membrana sinovial de la articulación de la cadera.

Ligamentos

Tres ligamentos refuerzan la superficie externa de la membrana fibrosa y estabilizan la articulación: los ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral.

- El **ligamento iliofemoral** es anterior a la articulación de la cadera y tiene forma triangular (fig. 6.32B). Su vértice se inserta en el ilion entre la espina ilíaca

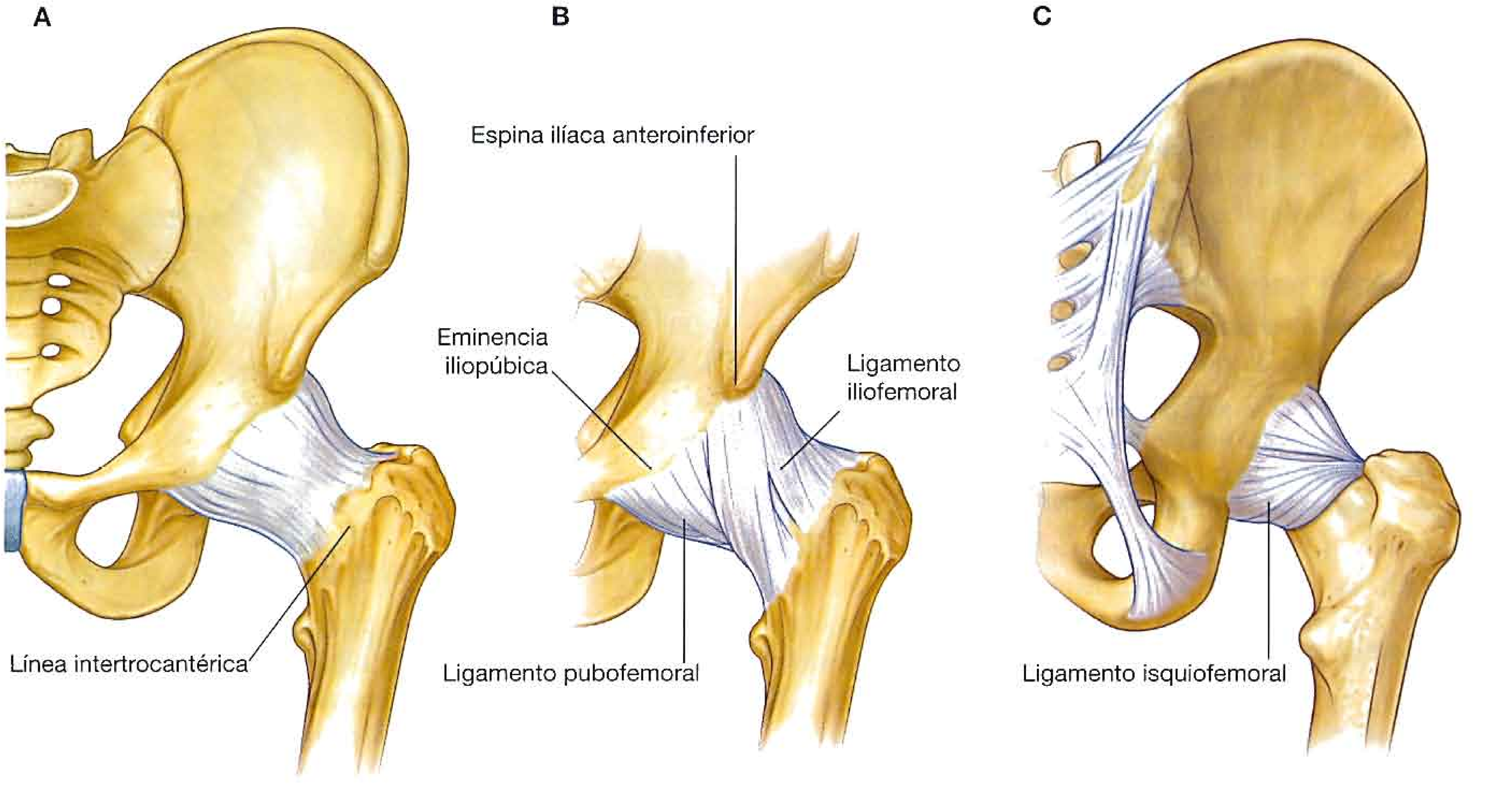


Fig. 6.32 Membrana fibrosa y ligamentos de la cadera. **A.** Membrana fibrosa de la cápsula articular. Vista anterior. **B.** Ligamentos iliofemoral y pubofemoral. Vista anterior. **C.** Ligamento isquiofemoral. Vista posterior.

anteroinferior y el borde del acetábulo, y su base se une a lo largo de la línea intertrocantérica del fémur. Las partes del ligamento insertadas por encima y por debajo de la línea intertrocantérica son más gruesas que las insertadas en la parte central de la línea. Esto dará al ligamento un aspecto en Y.

- El **ligamento pubofemoral** es anteroinferior a la articulación de la cadera (fig. 6.32B). También tiene forma triangular, con su base unida en sentido medial a la eminencia iliopúbica, al hueso adyacente y a la membrana obturatriz. A nivel lateral se funde con la membrana fibrosa y con la superficie profunda del ligamento iliofemoral.
- El **ligamento isquiofemoral** refuerza la cara posterior de la membrana fibrosa (fig. 6.32C). Se inserta a nivel medial en el isquion, justo posteroinferior al acetábulo, y a nivel lateral a la tuberosidad isquiática, en profundidad respecto al ligamento iliofemoral.

Las fibras de los tres ligamentos se orientan en forma de espiral alrededor de la articulación de la cadera, de manera que se tensan cuando la articulación se extiende. Esto estabiliza la articulación y reduce la cantidad de energía muscular necesaria para mantener la bipedestación.

La irrigación de la articulación de la cadera proviene predominantemente de ramas de la arteria obturatriz, las arterias femorales circunfleja medial y lateral, las arterias glúteas superior e inferior y la primera rama perforante de la arteria femoral profunda. Las ramas articulares de estos vasos forman una red alrededor de la articulación (fig. 6.33).

La articulación de la cadera está inervada por ramas articulares procedentes de los nervios femoral, obturador y glúteo superior, así como por el nervio del cuadrado femoral.

Vías a la extremidad inferior

Existen cuatro vías principales por las que pasan estructuras desde el abdomen y la pelvis hacia y desde la extremidad inferior. Éstas son el conducto obturador, el agujero ciático mayor, el agujero ciático menor y el espacio que existe entre el ligamento inguinal y el borde anterosuperior de la pelvis (fig. 6.34).

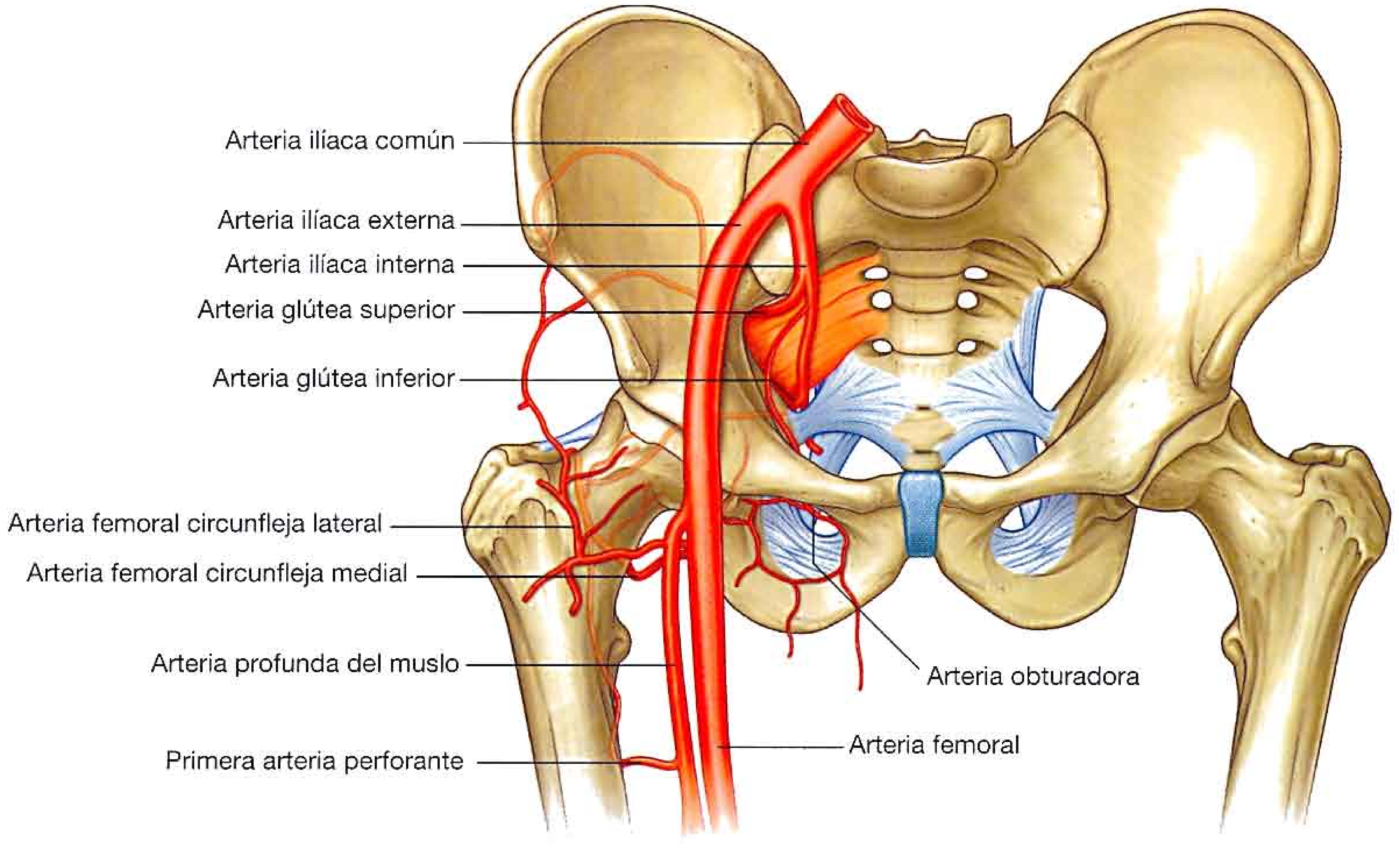


Fig. 6.33 Irrigación de la articulación de la cadera.

Conducto obturador

El **conducto obturador** es un pasaje orientado de forma casi vertical en el borde anterosuperior del agujero obturador (fig. 6.34). Sus límites son:

- Por encima, un surco **(surco obturador)** situado sobre la superficie inferior de la rama superior del pubis.
- Por debajo, el borde superior de la membrana obturatriz, que cubre la mayor parte del agujero obturador, y por los músculos (obturador interno y externo) insertados en las superficies interna y externa de la membrana obturatriz y rodeando el hueso.

El conducto obturador conecta la región abdominopélvica con el compartimento medial del muslo. El nervio y los vasos obturadores pasan a través del conducto.

Agujero ciático mayor

El **agujero ciático mayor** se forma sobre la pared pélvica posterolateral y es la principal vía para las estructuras que pasan entre la pelvis y la región glútea de la extremidad inferior (fig. 6.34). Los bordes del agujero están formados por:

- La escotadura ciática mayor.
- Partes de los bordes superiores de los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso.
- El borde lateral del sacro.

El músculo piriforme sale de la pelvis hacia la región glútea a través del agujero ciático mayor y divide el agujero en dos partes, una por encima del músculo y otra por debajo:

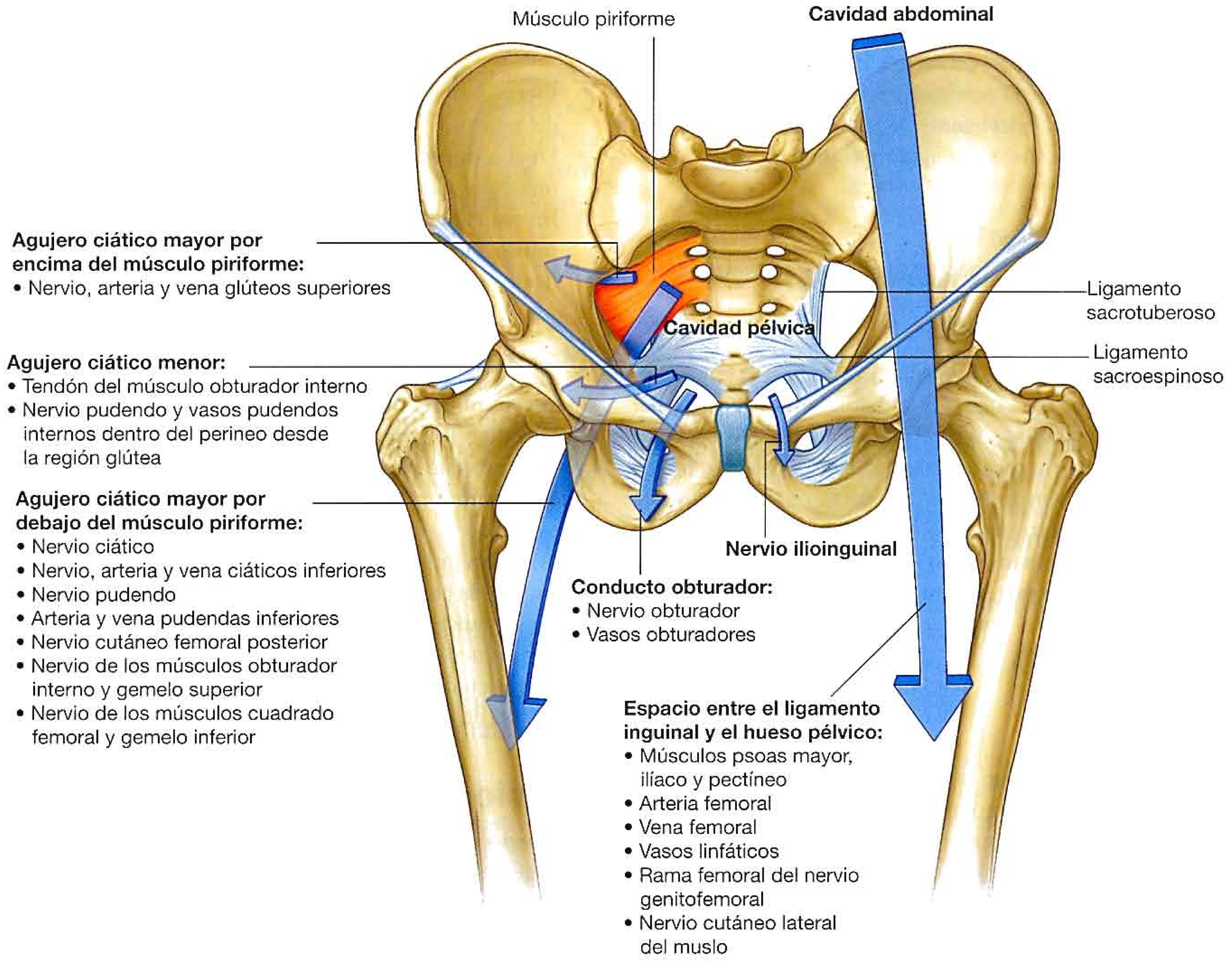


Fig. 6.34 Puertas de acceso a la extremidad inferior.

- El nervio y los vasos glúteos superiores pasan a través del agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme.
- El nervio ciático, los nervios y vasos glúteos inferiores, el nervio pudendo y los vasos pudendos internos, el nervio cutáneo femoral posterior, el nervio del obturador interno y del gemelo superior, así como el nervio del cuadrado femoral y del gemelo inferior pasan a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo.

Agujero ciático menor

El **agujero ciático menor** es inferior al agujero ciático mayor sobre la pared pélvica posterolateral (fig. 6.34). También es inferior a la inserción lateral del suelo de la pelvis a la pared pélvica, por lo que conecta la región glútea con el periné:

- El tendón del obturador interno pasa desde la pared lateral pélvica a través del agujero ciático menor hacia la región glútea para insertarse en el fémur.
- El nervio pudendo y los vasos pudendos internos salen primero de la pelvis a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme, entran en el periné por debajo del suelo de la pelvis al pasar alrededor de la espina isquiática y del ligamento sacroespinoso y en sentido medial a través del agujero ciático menor.

Espacio existente entre el ligamento inguinal y el hueso pélvico

El gran espacio con forma de medialuna que existe entre el ligamento inguinal por encima y el borde anterosuperior del hueso pélvico por debajo es la principal vía de comunicación entre el abdomen y la cara anteromedial del muslo (fig. 6.34). El músculo psoas mayor, el ilíaco y el pectíneo atraviesan este espacio para insertarse en el fémur. Lo atraviesan asimismo los principales vasos sanguíneos (arteria y vena femorales) y vasos linfáticos de la extremidad inferior, así como también el nervio femoral, para entrar en el triángulo femoral del muslo.

Nervios

Los nervios que entran en la extremidad inferior desde el abdomen y la pelvis son ramos terminales del plexo lumbosacro situados sobre la pared posterior del abdomen y las paredes posterolaterales de la pelvis (fig. 6.35 y tabla 6.1).

El **plexo lumbar** está formado por los ramos anteriores de los nervios espinales L1 a L3 y parte de L4 (v. pág. 360). El resto del ramo anterior de L4 y el ramo anterior de L5 se combinan para formar el **tronco lumbosacro**, que entra en la cavidad pélvica y se une a los ramos anteriores de S1 a S3 y parte de S4 para formar el **plexo sacro** (v. pág. 420).

Los principales nervios que se originan en el plexo lumbosacro y dejan el abdomen y la pelvis para entrar en la extremidad inferior son el femoral, el obturador, el ciático, el glúteo superior y el glúteo inferior. Otros nervios que también se originan en el plexo y entran en la extremidad inferior para inervar la piel o los músculos son el nervio cutáneo femoral lateral, el del obturador interno, el del cuadrado femoral, el nervio cutáneo femoral posterior, el cutáneo perforante y ramos de los nervios ilioinguinal y genitofemoral.

Nervio femoral

El **nervio femoral** porta contribuciones de los ramos anteriores de L2 a L4 y deja el abdomen atravesando el espacio que hay entre el ligamento inguinal y el borde superior de la pelvis para entrar en el triángulo femoral en la cara anteromedial del muslo (v. fig. 6.34). En el triángulo femoral es lateral a la arteria femoral. El nervio femoral:

- Inerva todos los músculos del compartimento anterior del muslo.
- En el abdomen proporciona ramos que inervan los músculos ilíaco y pectíneo.
- Inerva la piel situada por encima de la cara anterior del muslo, la cara anteromedial de la rodilla, la cara medial de la pierna y la cara medial del pie.

Nervio obturador

El **nervio obturador**, como el femoral, se origina de L2 a L4. Desciende a lo largo de la pared abdominal posterior, atraviesa la cavidad pélvica y entra en el muslo a través del conducto obturador (fig. 6.35). El nervio obturador inerva:

- Todos los músculos del compartimento medial del muslo, excepto la parte del músculo aductor mayor que se origina en el isquion y el músculo pectíneo, que están inervados por los nervios ciático y femoral, respectivamente.
- El músculo obturador externo.
- La piel de la cara medial de la porción superior del muslo.

Nervio ciático

El **nervio ciático** es el mayor nervio del cuerpo y lleva contribuciones de L4 a S3. Deja la pelvis a través del agujero ciático mayor, inferior al músculo piriforme, entra y atraviesa la región glútea (fig. 6.35) y después entra en el compartimento

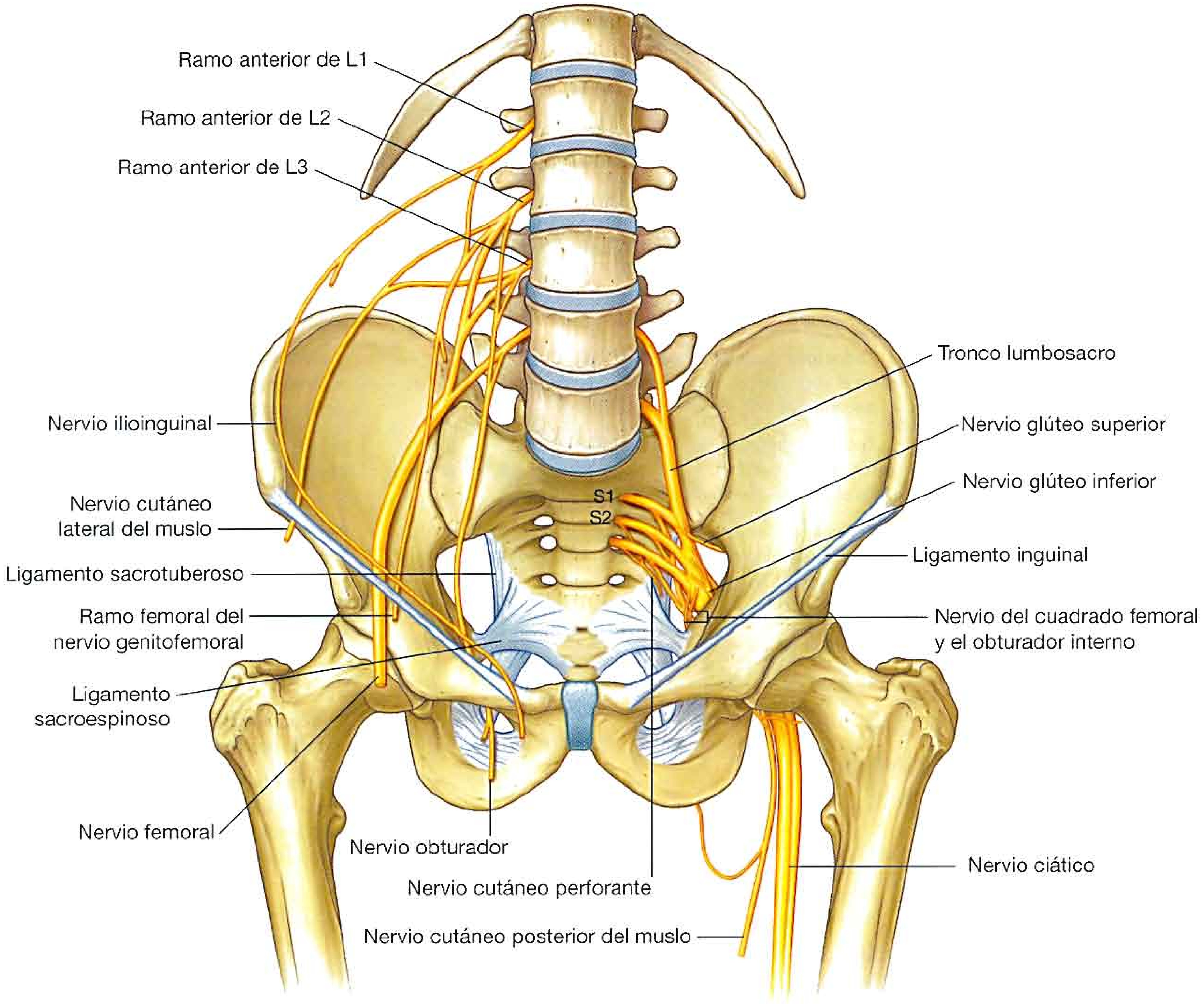


Fig. 6.35 Ramos del plexo lumbosacro.

posterior del muslo, donde se divide en sus dos ramos principales:

- El nervio peroneo común.
- El nervio tibial.

Las divisiones posteriores de L4 a S2 viajan en la parte peronea común del nervio y las divisiones anteriores de L4 a S3 en la parte tibial.

El nervio ciático inerva:

- Todos los músculos del compartimento posterior del muslo.
- La parte del aductor mayor, que se origina en el isquion.
- Todos los músculos de la pierna y del pie.
- La piel de la cara lateral de la pierna y de la cara lateral y la planta del pie.

Nervios glúteos

Los nervios glúteos son nervios motores destacados de la región glútea.

El **nervio glúteo superior** (fig. 6.35) lleva contribuciones de los ramos anteriores de L4 a S1, abandona la pelvis a través del agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme e inerva:

- Los músculos glúteo medio y menor.
- El músculo tensor de la fascia lata.

El **nervio glúteo inferior** está formado por contribuciones de L5 a S2, deja la pelvis a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y entra en la región glútea para inervar al glúteo mayor.

Tabla 6.1 Ramos del plexo lumbosacro asociados con la extremidad inferior

Ramo	Segmentos vertebrales	Función: motora	Función: sensitiva (cutánea)
Ilioinguinal	L1	Ninguna función motora en la extremidad inferior, pero inerva los músculos de la pared abdominal	Piel de la parte anteromedial del extremo superior del muslo y piel adyacente del periné
Genitofemoral	L1, L2	Ninguna función motora en la extremidad inferior, pero el ramo genital inerva el músculo cremáster en la pared del conducto espermático de los varones	El ramo femoral inerva la piel anterior de la parte central superior del muslo; el ramo genital inerva la piel de la parte anterior del periné (porción anterior del escroto en los varones y monte del pubis y porción anterior de los labios mayores en las mujeres)
Femoral	L2 a L4	Todos los músculos del compartimento anterior del muslo; en el abdomen da lugar a ramos que inervan el ilíaco y el pectíneo	Piel situada sobre la porción anterior del muslo, anteromedial de la rodilla, cara lateral de la pierna y medial del pie
Obturador	L2 a L4	Todos los músculos del compartimento medial del muslo (excepto el pectíneo y la parte del aductor mayor insertada en el isquion); también inerva el obturador externo	Piel situada sobre la cara medial y superior del muslo
Ciático	L4 a S3	Todos los músculos del compartimento posterior del muslo y la parte del aductor mayor insertada en el isquion); todos los músculos de la pierna y del pie	Piel situada sobre la porción lateral de la pierna y el pie, y sobre la planta y la superficie dorsal del pie
Glúteo superior	L4 a S1	Músculos de la región glútea (glúteo medio, glúteo menor, tensor de la fascia lata)	
Glúteo inferior	L5 a S2	Músculo de la región glútea (glúteo mayor)	
Nervio cutáneo femoral lateral	L2, L3		Peritoneo parietal en la fosa ilíaca; la piel situada sobre la porción anterolateral del muslo
Nervio cutáneo femoral posterior	S1 a S3		Piel situada sobre el pliegue glúteo, la cara medial y superior del muslo, el periné adyacente, la cara posterior del muslo y la porción posterosuperior de la pierna
Nervio del cuadrado femoral	L4 a S1	Músculos de la región glútea (cuadrado femoral y gemelo inferior)	
Nervio del obturador interno	L5 a S2	Músculos de la región glútea (obturador interno y gemelo superior)	
Nervio cutáneo perforante	S2, S3		Piel situada sobre la cara medial del pliegue glúteo

Nervios ilioinguinal y genitofemoral

Los ramos sensitivos terminales del nervio ilioinguinal (L1) y del nervio genitofemoral (L1, L2) descienden por el interior de la porción superior del muslo desde el plexo lumbar.

El **nervio ilioinguinal** se origina en la parte superior del plexo lumbar, desciende alrededor de la pared abdominal en el plano que hay entre los músculos transverso del abdomen y oblicuo interno, y después atraviesa el conducto inguinal para dejar la pared abdominal a través del anillo inguinal superficial (fig. 6.35). Sus ramos terminales inervan la piel situada en la cara medial de la porción superior del muslo y partes adyacentes del periné.

El **nervio genitofemoral** pasa en sentido anteroinferior a través del músculo psoas mayor, situado en la pared abdominal posterior, y desciende sobre la superficie anterior del psoas mayor. Su ramo femoral pasa al interior del muslo por debajo del ligamento inguinal, donde es lateral a la arteria femoral. Pasa a nivel superficial para inervar la piel situada sobre la parte central y superior de la porción anterior del muslo.

Nervio cutáneo femoral lateral

El **nervio cutáneo femoral lateral** se origina en L2 y L3. Deja el abdomen atravesando el espacio que hay entre el ligamento inguinal y el hueso pélvico, justo medial a la espina ilíaca anterosuperior, o bien atravesando directamente el ligamento inguinal (fig. 6.35). Inerva la piel situada en la cara lateral del muslo.

Nervio del cuadrado femoral y nervio del obturador interno

El **nervio del cuadrado femoral** (L4 a S1) y el **nervio del obturador interno** (L5 a S2) son pequeños nervios motores que se originan en el plexo sacro. Ambos atraviesan el agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y entran en la región glútea (fig. 6.35):

- El nervio del obturador interno inerva el músculo gemelo superior en la región glútea y después forma un asa alrededor de la espina isquiática y entra en el periné a través del agujero ciático menor, hasta atravesar la superficie perineal del músculo obturador interno.
- El nervio del cuadrado femoral inerva los músculos gemelo inferior y cuadrado femoral.

Nervio cutáneo femoral posterior

El **nervio cutáneo femoral posterior** está formado por contribuciones de S1 a S3 y deja la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme (fig. 6.35). Pasa de forma vertical a través de la región glútea en profundidad respecto del glúteo mayor, entra en la región posterior del muslo e inerva:

- Una banda longitudinal de piel situada sobre la cara posterior del muslo que continúa hasta la parte superior de la pierna.
- La piel situada sobre el pliegue glúteo, sobre la parte medial y superior del muslo y las regiones adyacentes del periné.

Nervio cutáneo perforante

El **nervio cutáneo perforante** es un pequeño nervio sensitivo formado por contribuciones de S2 y S3. Deja la cavidad pélvica penetrando directamente a través del ligamento sacrotuberoso (fig. 6.35) y pasa inferiormente alrededor del borde inferior del glúteo mayor, donde se solapa con el nervio cutáneo femoral posterior en la inervación de la piel situada sobre la cara medial del pliegue glúteo.

Arterias

Arteria femoral

La principal arteria que irriga la extremidad inferior es la **arteria femoral** (fig. 6.36), que es la continuación de la arteria ilíaca externa en el abdomen. La arteria ilíaca externa se convierte en arteria femoral cuando el vaso pasa por debajo del ligamento inguinal hasta entrar en el triángulo femoral en la cara anterior del muslo. Sus ramas irrigan la mayor parte del muslo y la totalidad de la pierna y el pie.

Arterias glúteas superior e inferior y arteria obturatriz

Otros vasos que irrigan parte de la extremidad inferior son las arterias glúteas superior e inferior y la arteria obturatriz (fig. 6.36).

Las **arterias glúteas superior e inferior** se originan en la cavidad pélvica en forma de ramas de la arteria ilíaca interna (v. págs. 428-431) e irrigan la región glútea. La arteria glútea superior deja la pelvis a través del agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme y la arteria glútea inferior la deja a través del mismo agujero, pero por debajo del músculo piriforme.

La **arteria obturatriz** también es una rama de la arteria ilíaca interna en la cavidad pélvica (pág. 431) y atraviesa el conducto obturador hasta entrar e irrigar el compartimento medial del muslo.

Las ramas de las arterias femoral, glútea inferior, glútea superior y la arteria obturatriz, junto a ramas procedentes de la arteria pudenda interna del periné, se interconectan hasta formar una red anastomótica en la parte superior del muslo y la región glútea. La presencia de estos conductos anastomóticos puede proporcionar circulación colateral cuando se interrumpe uno de los vasos.

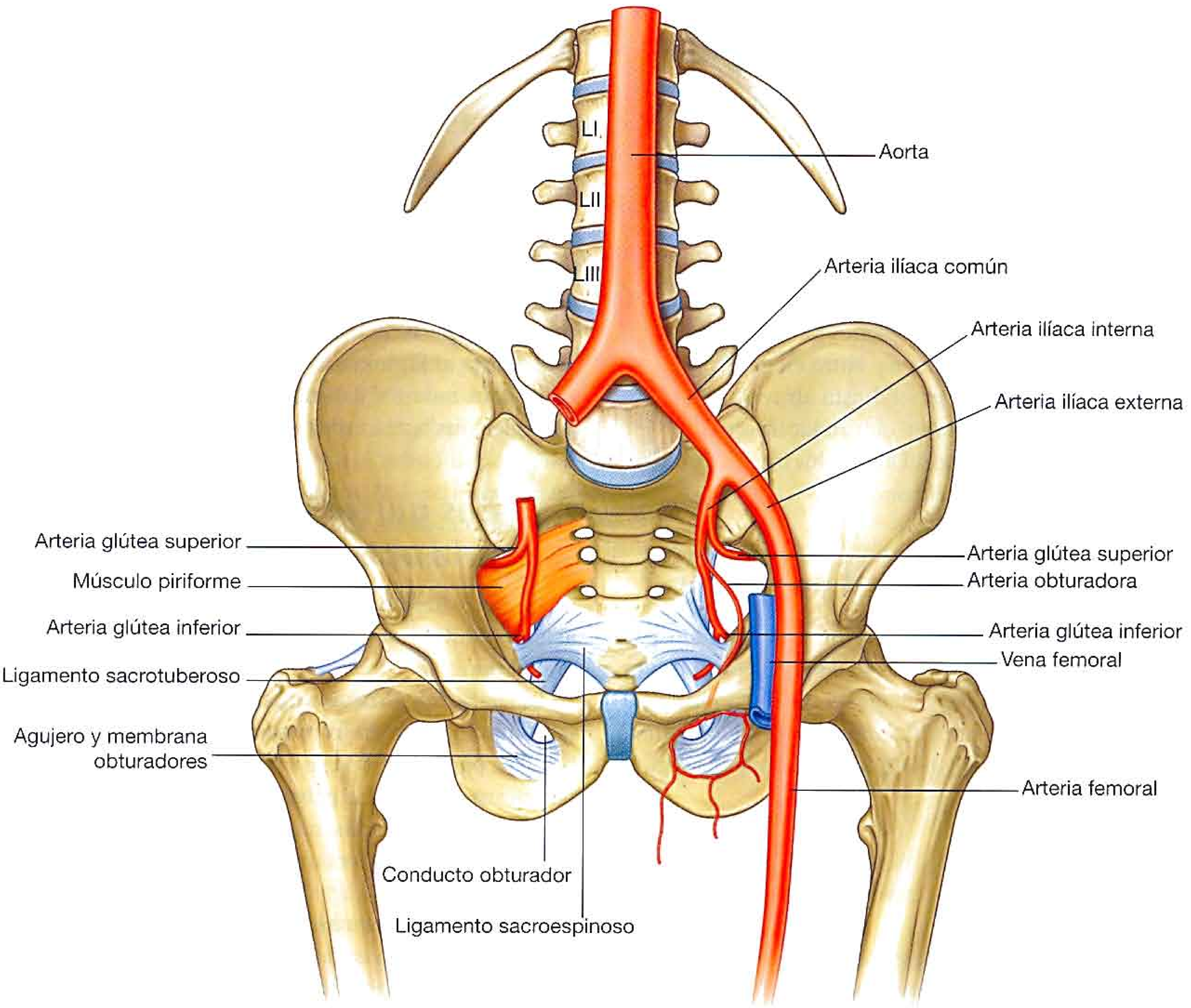


Fig. 6.36 Arterias de la extremidad inferior.

Venas

Las venas que drenan la extremidad inferior forman grupos superficial y profundo.

Las venas profundas suelen seguir a las arterias (femoral, glútea superior, glútea inferior y obturatriz). La principal vena profunda que drena la extremidad es la **vena femoral** (fig. 6.37). Se convierte en la vena ilíaca externa cuando pasa por debajo del ligamento inguinal para entrar en el abdomen.

Las venas superficiales se localizan en el tejido conjuntivo subcutáneo y están interconectadas con venas profundas en las cuales drenan. Las venas superficiales forman dos conductos principales: la vena safena mayor y la vena safena menor. Ambas se originan en el arco venoso dorsal del pie:

- La **vena safena mayor** se origina en la parte medial del arco venoso dorsal y después asciende por la cara medial de la pierna, la rodilla y el muslo para conectar con la vena femoral justo por debajo del ligamento inguinal.
- La **vena safena menor** se origina en la parte lateral del arco venoso dorsal, asciende hacia la superficie posterior de la pierna y después penetra en la fascia profunda para unirse a la vena poplítea por detrás de la rodilla; proximal a ésta la vena poplítea se convierte en la vena femoral.

Conceptos prácticos

Varices

El flujo normal de sangre en la extremidad inferior va desde la piel y los tejidos subcutáneos hasta las venas superficiales, que drenan a través de las venas perforantes a las venas profundas, que a su vez drenan en las venas ilíacas y en la vena cava inferior.

El flujo normal de sangre en el sistema venoso depende de la presencia de válvulas competentes, que evitan el reflujo. El retorno venoso se complementa por la contracción de los músculos de la extremidad inferior, que bombean la sangre hacia el corazón. Cuando las válvulas venosas se vuelven incompetentes, tienden a ejercer una presión adicional sobre las válvulas más distales, que también pueden volverse incompetentes. Este trastorno origina unas venas superficiales tortuosas y dilatadas (varices) en la distribución de los sistemas venosos safenos mayor y menor.

Las varices son más frecuentes en las mujeres que en los varones, y los síntomas suelen agravarse con el embarazo. Algunas personas tienen una predisposición genética a presentar varices. Las válvulas también pueden destruirse cuando se produce una trombosis venosa profunda si el coágulo incorpora la válvula a sus intersticios; durante el proceso de cicatrización y recanalización la válvula se destruye, con lo cual se vuelve incompetente.

Las localizaciones típicas de la incompetencia valvular son la unión entre la vena safena mayor y la vena femoral, las venas perforantes en la mitad del muslo y la unión entre la vena safena menor y la vena poplítea.

Las varices pueden ser antiestéticas, y pueden producir cambios en las partes blandas debido a la incompetencia venosa crónica. A medida que la presión venosa aumenta, la mayor presión venular y capilar lesionan las células, y la sangre y sus productos salen hacia los tejidos blandos. Esto puede producir una pigmentación marrón en la piel y desarrollarse un eczema venoso. Además, si la presión sigue siendo alta, la piel puede romperse y ulcerarse, y a veces son necesarias muchas semanas de hospitalización para que cicatrice.

Los tratamientos de las varices consisten en la ligadura de la válvula, la «extracción» (eliminación) de los sistemas safenos mayor y menor y, en algunos casos, la reconstrucción valvular.

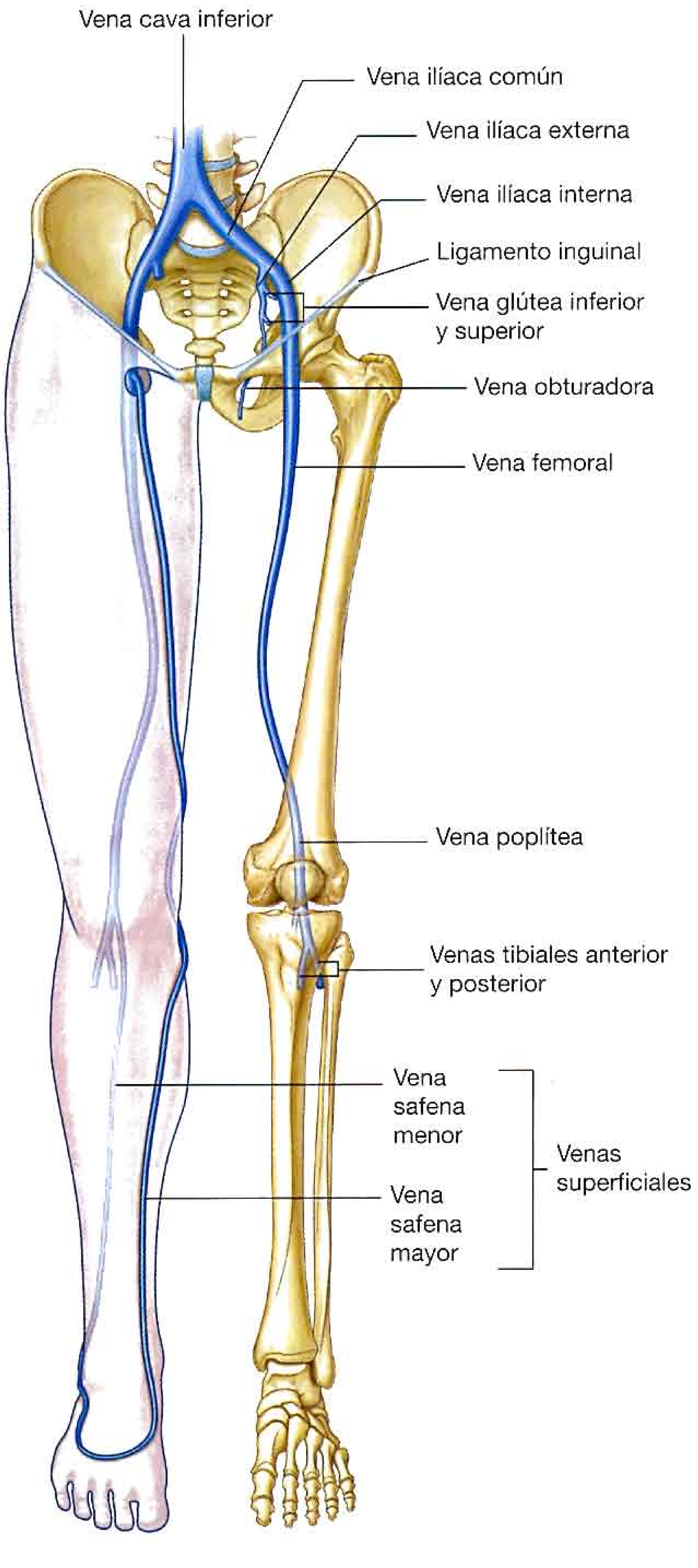


Fig. 6.37 Venas de la extremidad inferior.

Conceptos prácticos

Trombosis venosa profunda

La trombosis puede producirse en las venas profundas de la extremidad inferior y dentro de las venas pélvicas. La causa de este trastorno fue referida de forma elocuente por Virchow, quien describió la tríada clásica (estasis venosa, lesión de la pared vascular y estado de hipercoagulabilidad) que precipita la trombosis.

En algunos pacientes una trombosis venosa profunda (TVP) en las venas de la pantorrilla puede propagarse a las venas femorales. Este coágulo puede romperse y llegar al corazón para entrar en la circulación pulmonar, lo que provoca la oclusión de arteria pulmonar, una parada cardiopulmonar y la muerte.

Un número significativo de pacientes sometidos a cirugía tienen mayor probabilidad de presentar TVP, de forma que la mayoría de los pacientes quirúrgicos reciben un tratamiento profiláctico específico para evitar las trombosis. Un régimen profiláctico típico de TVP comprende las inyecciones de anticoagulantes y las medias de compresión progresivas (para evitar la estasis venosa profunda y facilitar el vaciamiento de las venas profundas).

Aunque los médicos desean evitar la formación de TVP, no siempre es posible detectarla, porque puede no haber signos clínicos. En ocasiones son pistas útiles el dolor a la presión en los músculos de la pantorrilla, la fiebre postoperatoria y la tumefacción de la extremidad. El diagnóstico se hace mediante ecografía con Doppler dúplex o venografía ascendente.

Si se confirma la TVP se empieza la administración de anticoagulantes intravenosos y orales para evitar que el trombo se extienda.

Vasos linfáticos

La mayoría de los vasos linfáticos de la extremidad inferior drenan en los ganglios inguinales superficiales y profundos situados en la fascia, justo por debajo del ligamento inguinal (fig. 6.38).

Ganglios inguinales superficiales

Los **ganglios inguinales superficiales**, que son alrededor de diez, están en la fascia superficial y discurren paralelos al trayecto del ligamento inguinal en la porción superior del muslo. A nivel medial se extienden hacia abajo a lo largo de la parte inguinal de la vena safena mayor.

Los ganglios inguinales superficiales reciben la linfa de la región glútea, la pared abdominal inferior, el periné y las regiones superficiales de la extremidad inferior. Drenan, a través de los vasos que acompañan a los vasos femorales, en los **ganglios ilíacos externos** asociados con la arteria ilíaca externa en el abdomen.

Ganglios inguinales profundos

Los **ganglios inguinales profundos**, hasta un número de tres, están situados mediales a la vena femoral (fig. 6.38).

Reciben la linfa de los vasos linfáticos profundos asociados con los vasos femorales y del glande del pene (o del clítoris) en el periné. Se interconectan con los ganglios inguinales superficiales, y drenan en los ganglios ilíacos externos a través de vasos que discurren por la cara medial de la vena femoral a su paso bajo el ligamento inguinal. El espacio a través del cual pasan los vasos linfáticos bajo el ligamento inguinal es el conducto femoral.

Ganglios poplíteos

Además de los ganglios inguinales existe un pequeño grupo de ganglios profundos posteriores a la rodilla cercanos a los vasos poplíteos (fig. 6.38). Estos **ganglios poplíteos** reciben la linfa de los vasos superficiales, que acompañan a la vena safena menor, y de áreas profundas de la pierna y del pie. Finalmente drenan en los ganglios inguinales superficiales y profundos.

Fascia profunda y abertura safena

Fascia lata

La capa externa de fascia profunda en la extremidad inferior forma una membrana gruesa «similar a una media» que cubre la extremidad y se distribuye por debajo de la fascia superficial (fig. 6.39A). Esta fascia profunda es particularmente gruesa en el muslo y la región glútea y se denomina **fascia lata.**

La fascia lata está anclada a nivel superior al hueso y a las partes blandas a lo largo de una línea de inserción que define el borde superior de la extremidad inferior. Comenzando a nivel anterior y rodeando en sentido lateral alrededor de la extremidad, esta línea de inserción comprende el ligamento inguinal, la cresta ilíaca, el sacro, el cóccix, el ligamento sacrotuberoso, así como la rama inferior, el cuerpo y la rama superior del pubis.

A nivel inferior, la fascia lata se continúa con la fascia profunda de la pierna.

Cintilla iliotibial

La fascia lata está engrosada a nivel lateral en una banda longitudinal (la **cintilla iliotibial**) que desciende a lo largo del borde lateral de la extremidad, desde el tubérculo de la cresta de ilion hasta una inserción ósea justo por debajo de la rodilla (fig. 6.39B).

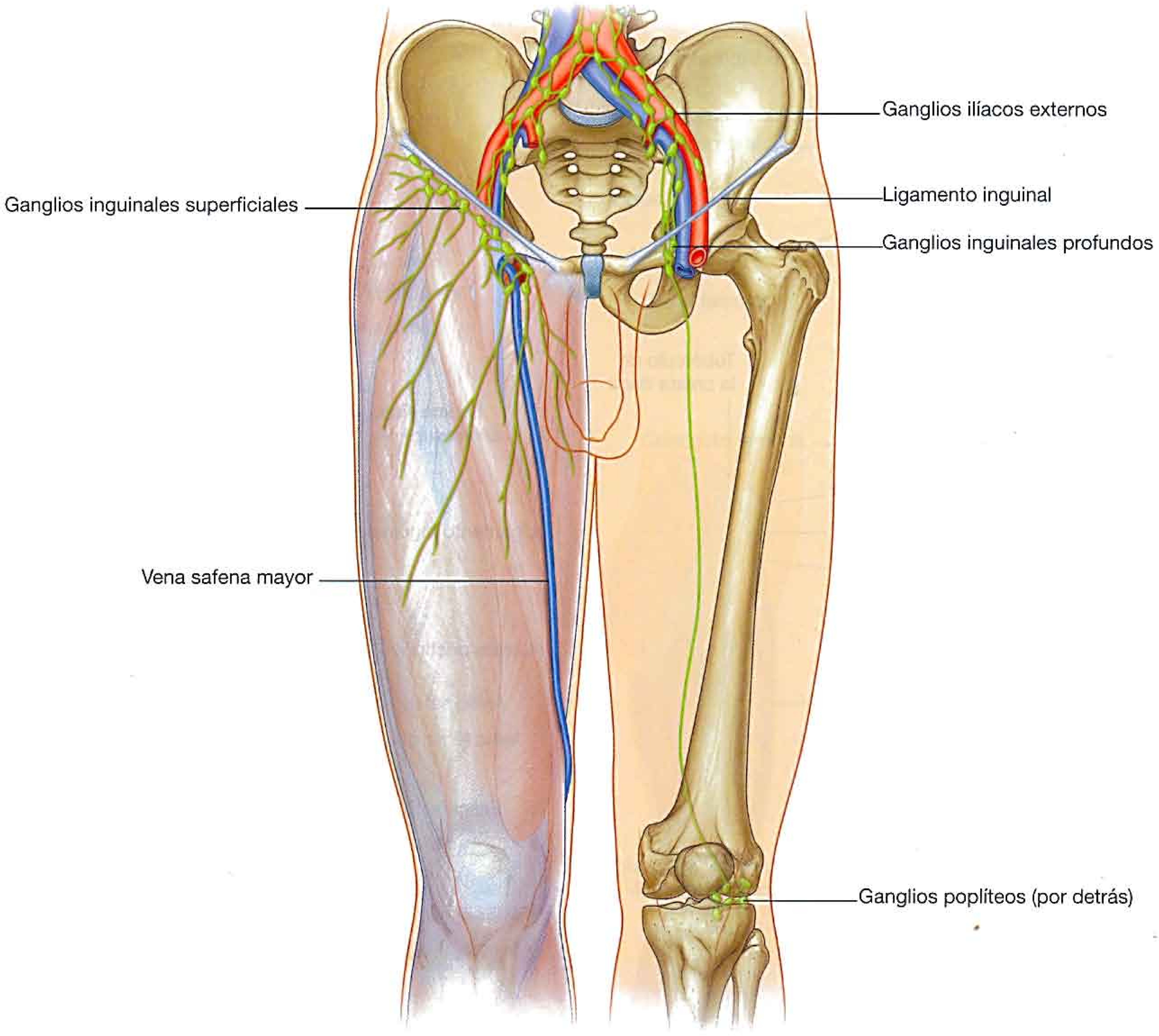


Fig. 6.38 Drenaje linfático de la extremidad inferior.

La cara superior de la fascia lata en la región glútea se divide a nivel anterior para rodear al músculo tensor de la fascia lata y a nivel posterior al músculo glúteo mayor:

- El músculo tensor de la fascia lata está parcialmente rodeado por las caras superior y anterior de la cintilla iliotibial y se inserta en ellas.
- La mayor parte del músculo glúteo mayor se inserta en la cara posterior de la cintilla iliotibial.

Los músculos tensor de la fascia lata y glúteo mayor, al actuar sobre su inserción en la cintilla iliotibial, mantienen la pierna en extensión una vez que otros músculos la han extendido a nivel de la articulación de la rodilla. La cintilla iliotibial y sus dos músculos asociados también estabilizan la articulación de la cadera, evitando el desplazamiento lateral del extremo proximal del fémur respecto del acetábulo.

Abertura safena

La fascia lata tiene una abertura prominente en la cara anterior del muslo, justo por debajo del extremo medial del ligamento inguinal (la **abertura safena**), que permite a la vena safena mayor pasar desde la fascia superficial a través de la fascia profunda para conectar con la vena femoral (fig. 6.40).

El borde de la abertura safena está formado por el borde medial libre de la fascia lata, en su descenso desde el ligamento inguinal rodea la cara lateral de la vena safena mayor, y se introduce a nivel medial por debajo de la vena femoral para unirse a la línea pectínea (cresta pectínea) del hueso pélvico.

Triángulo femoral

El triángulo femoral es una depresión en forma de cuña formada por los músculos de la porción superior del muslo en la unión entre la pared abdominal anterior y la extremidad inferior (fig. 6.41):

- La base del triángulo es el ligamento inguinal.

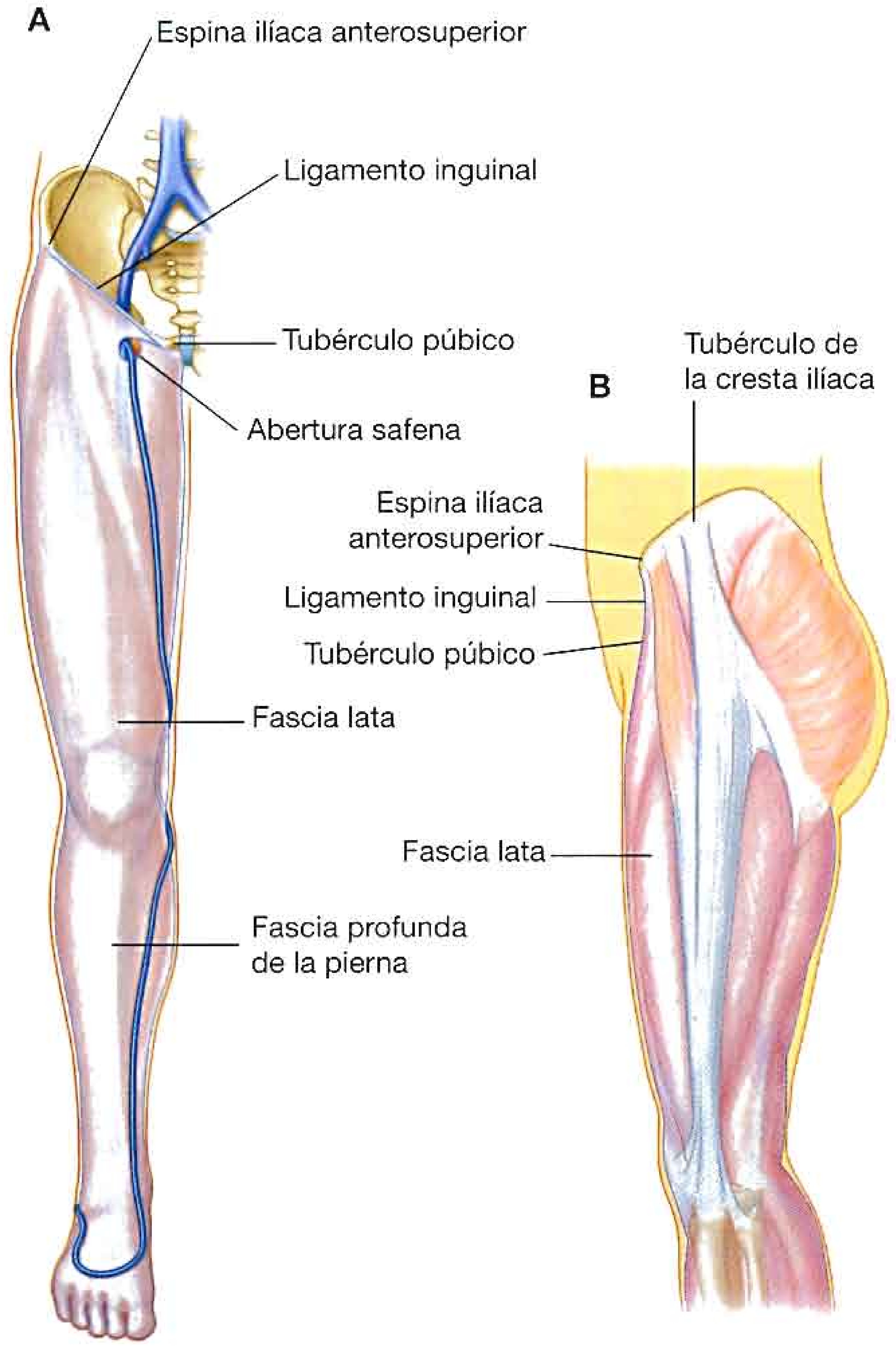


Fig. 6.39 Fascia lata. **A.** Extremidad derecha. Vista anterior. **B.** Vista lateral.

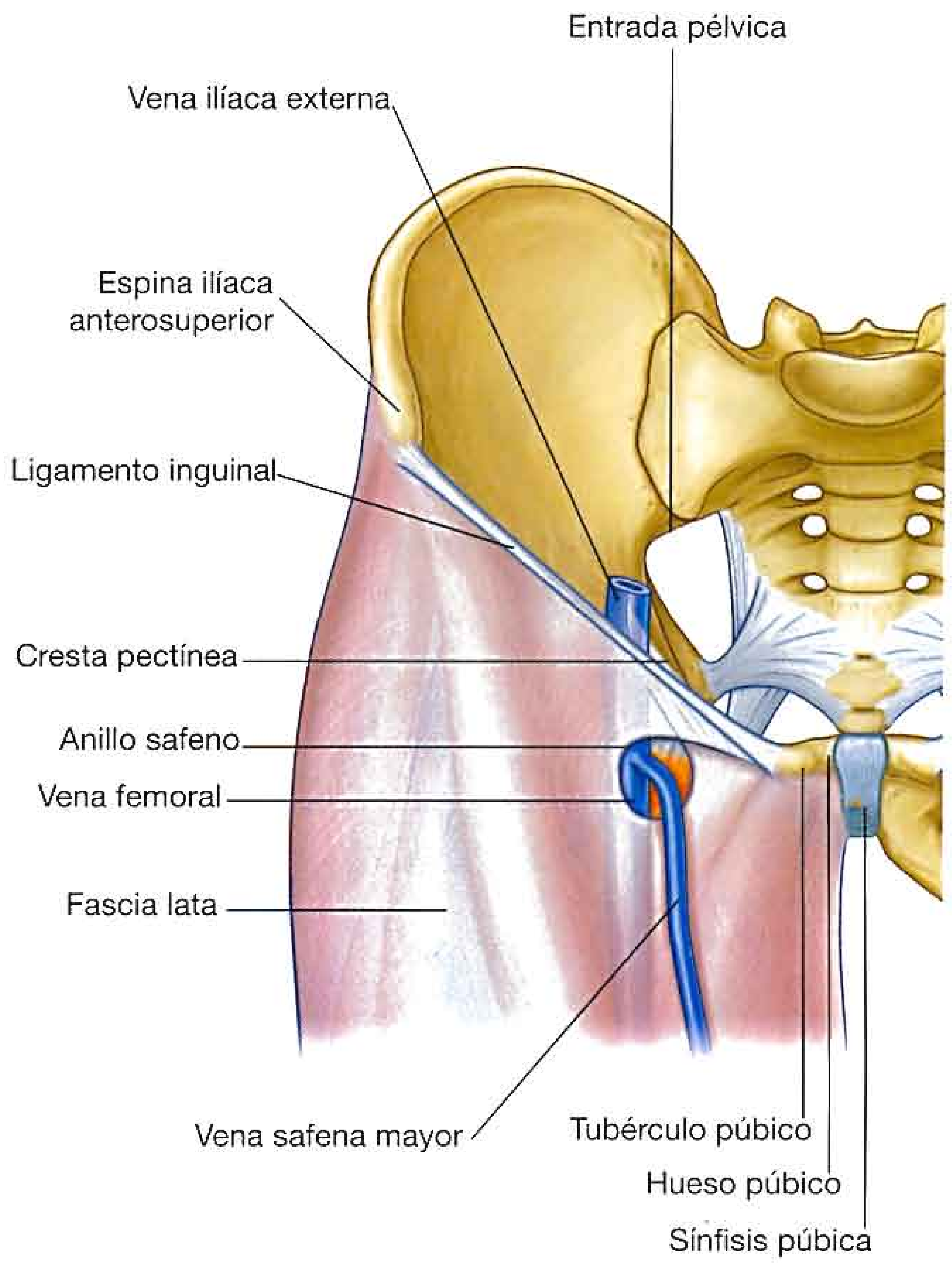


Fig. 6.40 Anillo safeno. Vista anterior.

- El borde medial es el borde medial del músculo aductor largo en el compartimento medial del muslo.
- El borde lateral es el borde medial del músculo sartorio en el compartimento anterior del muslo.
- El suelo del triángulo está formado a nivel medial por los músculos pectíneo y aductor largo en el compartimento medial del muslo, y a nivel lateral por el músculo iliopsoas, que desciende desde el abdomen.
- El vértice del triángulo femoral apunta hacia abajo y se continúa con un conducto fascial **(conducto de los aductores)**, que desciende en sentido medial hacia el muslo y en sentido posterior a través de una abertura que hay en el extremo inferior de uno de los mayores músculos aductores del muslo (el músculo aductor mayor) para abrirse en la fosa poplítea por debajo de la rodilla.

El nervio, la arteria y vena femorales, así como los vasos linfáticos, pasan entre el abdomen y la extremidad inferior por debajo del ligamento inguinal y por el triángulo femoral (fig. 6.42). La arteria y vena femorales discurren hacia abajo a través del conducto de los aductores y se convierten en los vasos poplíteos por detrás de la rodilla, donde se encuentran y distribuyen con ramos del nervio ciático, que descienden a través de la porción posterior del muslo desde la región glútea.

De lateral a medial, las principales estructuras del triángulo femoral son el nervio femoral, la arteria femoral, la vena femoral y los vasos linfáticos. *La arteria femoral puede palparse en el triángulo femoral justo por debajo del ligamento inguinal y a medio camino entre la espina ilíaca anterosuperior y la sínfisis del pubis.*

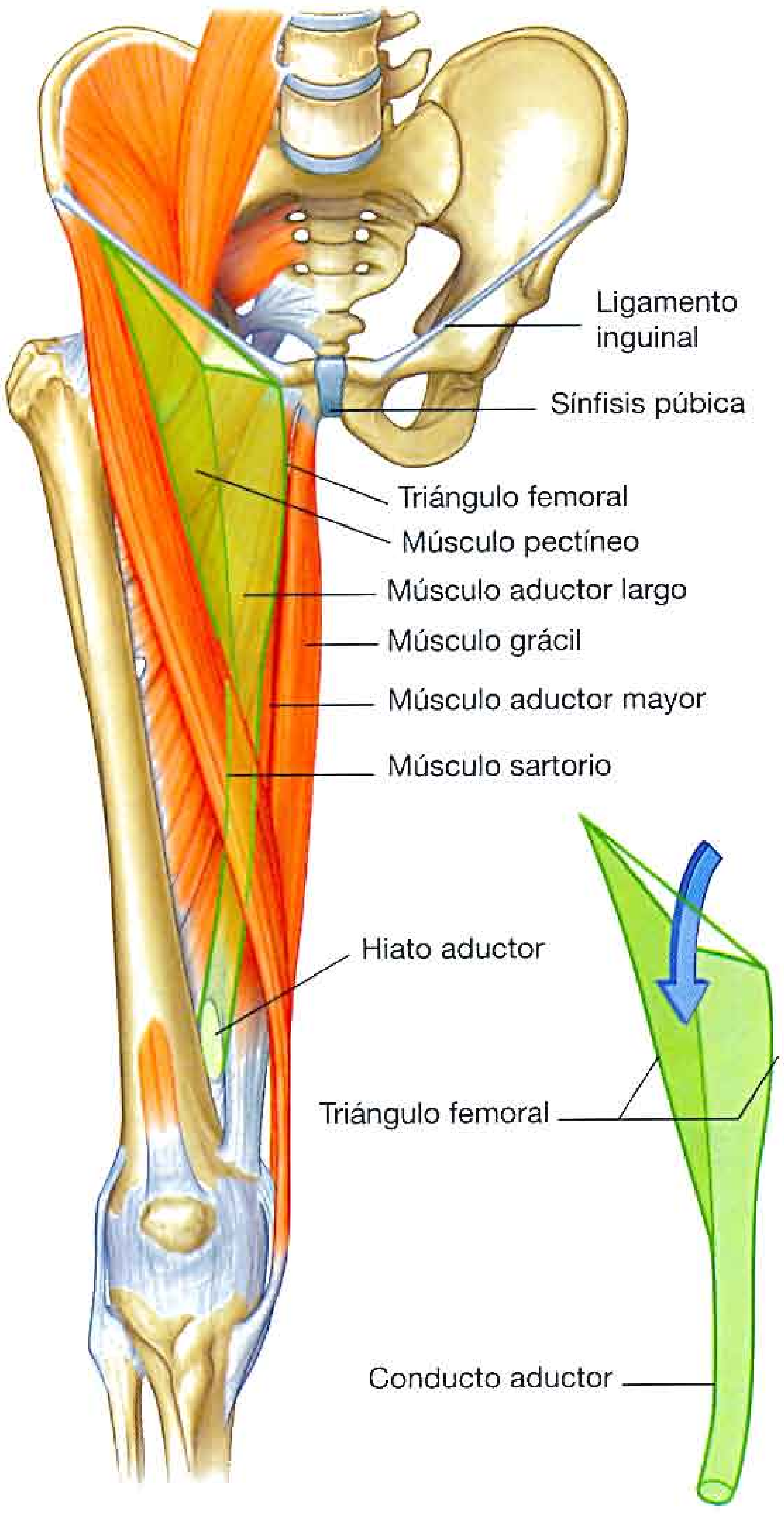


Fig. 6.41 Límites del triángulo femoral.

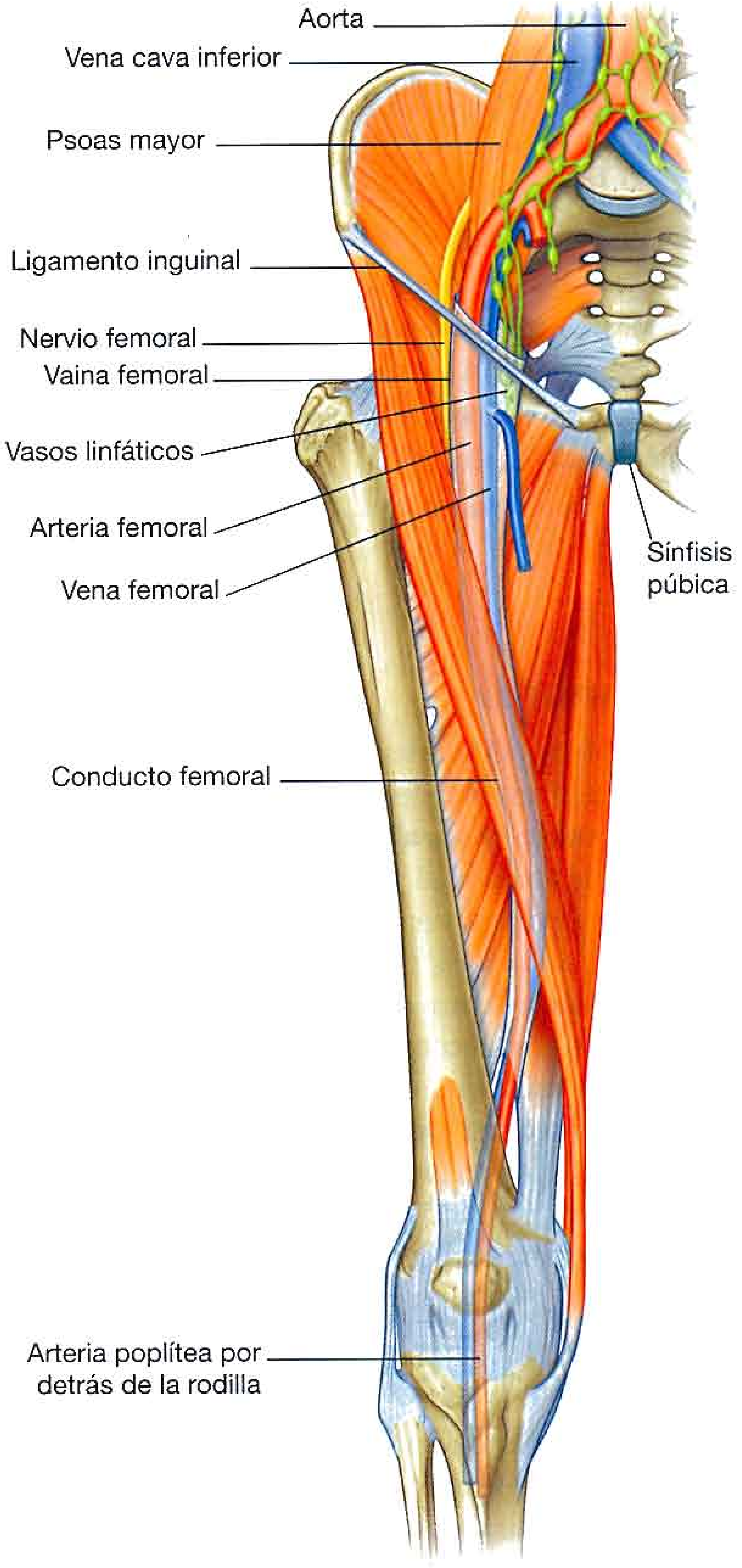


Fig. 6.42 Contenido del triángulo femoral.

Conceptos prácticos

Acceso vascular a la extremidad inferior

En profundidad e inferior al ligamento inguinal se encuentran la arteria y vena femorales. La arteria femoral es palpable a su paso sobre la cabeza femoral y puede mostrarse fácilmente mediante ecografía. Si es necesario un acceso arterial o venoso rápido, el médico puede utilizar el abordaje femoral a estos vasos.

En muchos procedimientos radiológicos se cateteriza la arteria o la vena femorales para acceder a la extremidad inferior contralateral, la extremidad inferior ipsilateral, los vasos del tórax y el abdomen, y los vasos cerebrales.

Los cardiólogos también utilizan la arteria femoral para colocar catéteres en los vasos que hay alrededor del cayado de la aorta y dentro de las arterias coronarias para realizar la angiografía y angioplastia coronarias.

El acceso a la vena femoral permite maniobrar los catéteres dentro de las venas renales, las venas gonadales, la aurícula derecha y el lado derecho del corazón, incluidos la arteria pulmonar y los vasos distales del árbol pulmonar. También es posible acceder a la vena cava superior y a las venas grandes del cuello.

Vaina femoral

En el triángulo femoral, la arteria y vena femorales y los vasos linfáticos asociados están rodeados por un manguito en forma de embudo (la **vaina femoral**), que se continúa a nivel superior con la fascia transversal y la fascia ilíaca del abdomen, y se fusiona a nivel inferior con el tejido conjuntivo asociado a los vasos. Cada una de las tres estructuras rodeadas por la vaina está contenida dentro de un compartimento fascial separado dentro de ella. El compartimento más medial (el conducto femoral) contiene los vasos linfáticos y presenta forma cónica. La abertura de este conducto a nivel superior es un posible punto débil de la porción inferior del abdomen y es un lugar donde suelen producirse hernias femorales. El nervio femoral es lateral y no está dentro de la vaina femoral.

REGIÓN GLÚTEA

La región glútea se dispone posterolateral a la pelvis ósea y al extremo proximal del fémur (fig. 6.43). Los músculos de esta región principalmente abducen, extienden y rotan en sentido lateral el fémur respecto del hueso pélvico.

La región glútea se comunica a nivel anteromedial con la cavidad pélvica y el periné a través de los agujeros ciáticos mayor y menor, respectivamente. A nivel inferior se continúa con la porción posterior del muslo.

El nervio ciático entra en la extremidad inferior desde la cavidad pélvica atravesando el agujero ciático mayor y descendiendo a través de la región glútea hacia la porción posterior del muslo, y después a la pierna y el pie.

El nervio pudendo y los vasos pudendos internos pasan entre la cavidad pélvica y el periné atravesando primero el agujero ciático mayor para entrar en la región glútea y después inmediatamente a través del agujero ciático menor para entrar en el periné. El nervio del obturador interno y del gemelo superior sigue un trayecto similar. Otros nervios y vasos que pasan a través del agujero ciático mayor desde la cavidad pélvica inervan o irrigan estructuras en la propia región glútea.

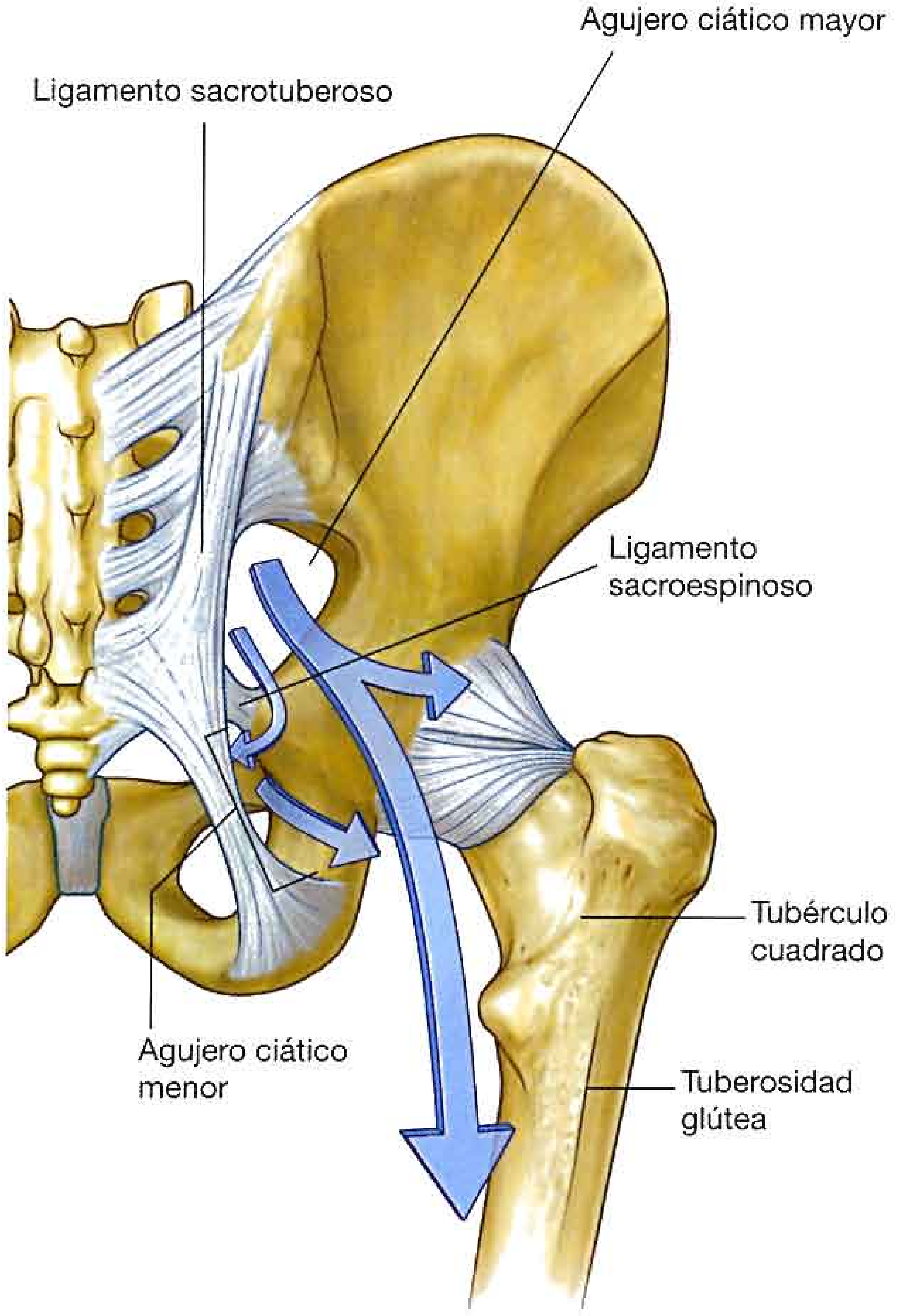


Fig. 6.43 Región glútea. Vista posterior.

Músculos

Los músculos de la región glútea (tabla 6.2) se disponen principalmente en dos grupos:

- Un grupo profundo de músculos pequeños, sobre todo rotadores laterales del fémur en la articulación de la cadera, y que son el piriforme, el obturador interno, el gemelo superior, el gemelo inferior y el cuadrado femoral.
- Un grupo más superficial de músculos más grandes, que sobre todo abducen y extienden la cadera, y que son el glúteo menor, el glúteo medio y el glúteo mayor; un músculo adicional de este grupo, el tensor de la fascia lata, estabiliza la rodilla en extensión al actuar sobre una banda longitudinal especializada de fascia profunda (la cintilla iliotibial), que pasa desde la cara lateral del muslo hasta unirse al extremo proximal de la tibia en la pierna.

Muchos de los nervios relevantes de la región glútea están en el plano que hay entre los grupos superficial y profundo de músculos.

Tabla 6.2 Músculos de la región glútea (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Piriforme	Superficie anterior del sacro entre los agujeros sacros anteriores	Zona medial del borde superior del trocánter mayor del fémur	Ramos de L5, **S1**, S2	Rota en sentido lateral el fémur extendido en la articulación de la cadera; abduce el fémur flexionado en la articulación de la cadera
Obturador interno	Pared anterolateral de la pelvis verdadera; superficie profunda de la membrana obturatriz y hueso circundante	Zona medial del trocánter mayor del fémur	Nervio del obturador interno (L5, **S1**)	Rota en sentido lateral el fémur extendido en la articulación de la cadera; abduce el fémur flexionado en la articulación de la cadera
Gemelo superior	Superficie externa de la espina isquiática	A lo largo de la longitud de la superficie superior del tendón del obturador interno y en la zona medial del trocánter mayor del fémur con el tendón del obturador interno	Nervio del obturador interno (L5, **S1**)	Rota en sentido lateral el fémur extendido en la articulación de la cadera; abduce el fémur flexionado en la articulación de la cadera
Gemelo inferior	Cara superior de la tuberosidad isquiática	A lo largo de la longitud de la superficie inferior del tendón del obturador interno y en la zona medial del trocánter mayor del fémur con el tendón del obturador interno	Nervio del cuadrado femoral (L5, S1)	Rota en sentido lateral el fémur extendido en la articulación de la cadera; abduce el fémur flexionado en la articulación de la cadera
Cuadrado femoral	Cara lateral del isquion justo anterior a la tuberosidad isquiática	Tubérculo cuadrado de la cresta intertrocantérica de la porción proximal del fémur	Nervio del cuadrado femoral (L5, S1)	Rota en sentido lateral el fémur en la articulación de la cadera
Glúteo menor	Superficie externa del ilion entre las líneas glúteas inferior y anterior	Carilla articular lineal situada sobre la cara anterolateral del trocánter mayor	Nervio glúteo superior (**L4, L5, S1**)	Abduce el fémur en la articulación de la cadera; mantiene la pelvis asegurada sobre la pierna de apoyo y evita el descenso de la pelvis al lado opuesto durante la marcha
Glúteo medio	Superficie externa del ilion entre las líneas glúteas anterior y posterior	Carilla articular alargada sobre la superficie lateral del trocánter mayor	Nervio glúteo superior (**L4, L5, S1**)	Abduce el fémur en la articulación de la cadera; mantiene la pelvis asegurada sobre la pierna de apoyo y evita el descenso de la pelvis al lado opuesto durante la marcha
Glúteo mayor	Fascia que cubre el glúteo medio, superficie externa del ilion por detrás de la línea glútea posterior, fascia del erector de la columna, superficie dorsal de la porción inferior del sacro, borde lateral del cóccix y superficie externa del ligamento sacrotuberoso	Cara posterior de la cintilla iliotibial de la fascia lata y tuberosidad glútea de la porción proximal del fémur	Nervio glúteo inferior (**L5, S1, S2**)	Extensión potente del fémur flexionado en la articulación de la cadera; estabilizador lateral de las articulaciones de la cadera y la rodilla
Tensor de la fascia lata	Cara lateral de la cresta ilíaca entre la espina ilíaca anterosuperior y el tubérculo de la cresta	Cintilla iliotibial de la fascia lata	Nervio glúteo superior (**L4, L5, S1**)	Estabiliza la rodilla en extensión

Grupo profundo

Piriforme

El músculo **piriforme** constituye el más superior del grupo profundo de músculos (fig. 6.44) y es un músculo de la pared pélvica y de la región glútea (v. pág. 389). Se origina entre los agujeros sacros anteriores en la superficie anterolateral del sacro y pasa a nivel lateral e inferior a través del agujero ciático mayor.

En la región glútea, el piriforme pasa por detrás de la articulación de la cadera y se inserta en una carilla del borde superior del trocánter mayor del fémur.

El piriforme rota externamente y abduce el fémur en la articulación de la cadera. Está inervado en la cavidad pélvica por el nervio del piriforme, que se origina en S1 y S2 en el plexo sacro (v. pág. 420).

Además de su acción sobre la articulación de la cadera, el piriforme es una referencia fundamental porque divide el agujero ciático mayor en dos regiones, una por encima y otra por debajo del músculo. Los vasos y nervios pasan entre la pelvis y la región glútea atravesando el agujero ciático mayor que hay por encima o por debajo del piriforme:

- Los nervios y vasos glúteos superiores atraviesan el agujero ciático mayor por encima del piriforme.
- Todos los demás vasos y nervios que pasan entre la pelvis y la región glútea, incluido el nervio ciático, lo hacen a través del agujero ciático mayor por debajo del piriforme.

Obturador interno

El **músculo obturador interno,** como el piriforme, pertenece a la pared pélvica y a la región glútea (fig. 6.44). Es plano, en forma de abanico, y se origina en la superficie medial de la membrana obturatriz y del hueso adyacente del agujero obturador (v. pág. 387). Debido a que el suelo de la pelvis se une a una banda engrosada de fascia a través de la superficie medial del obturador interno, este músculo forma:

- La pared anterolateral de la cavidad pélvica por encima del suelo pélvico.
- La pared lateral de la fosa isquioanal en el periné por debajo del hueso pélvico.

Las fibras musculares del obturador interno convergen para formar un tendón, que gira 90° alrededor del isquion

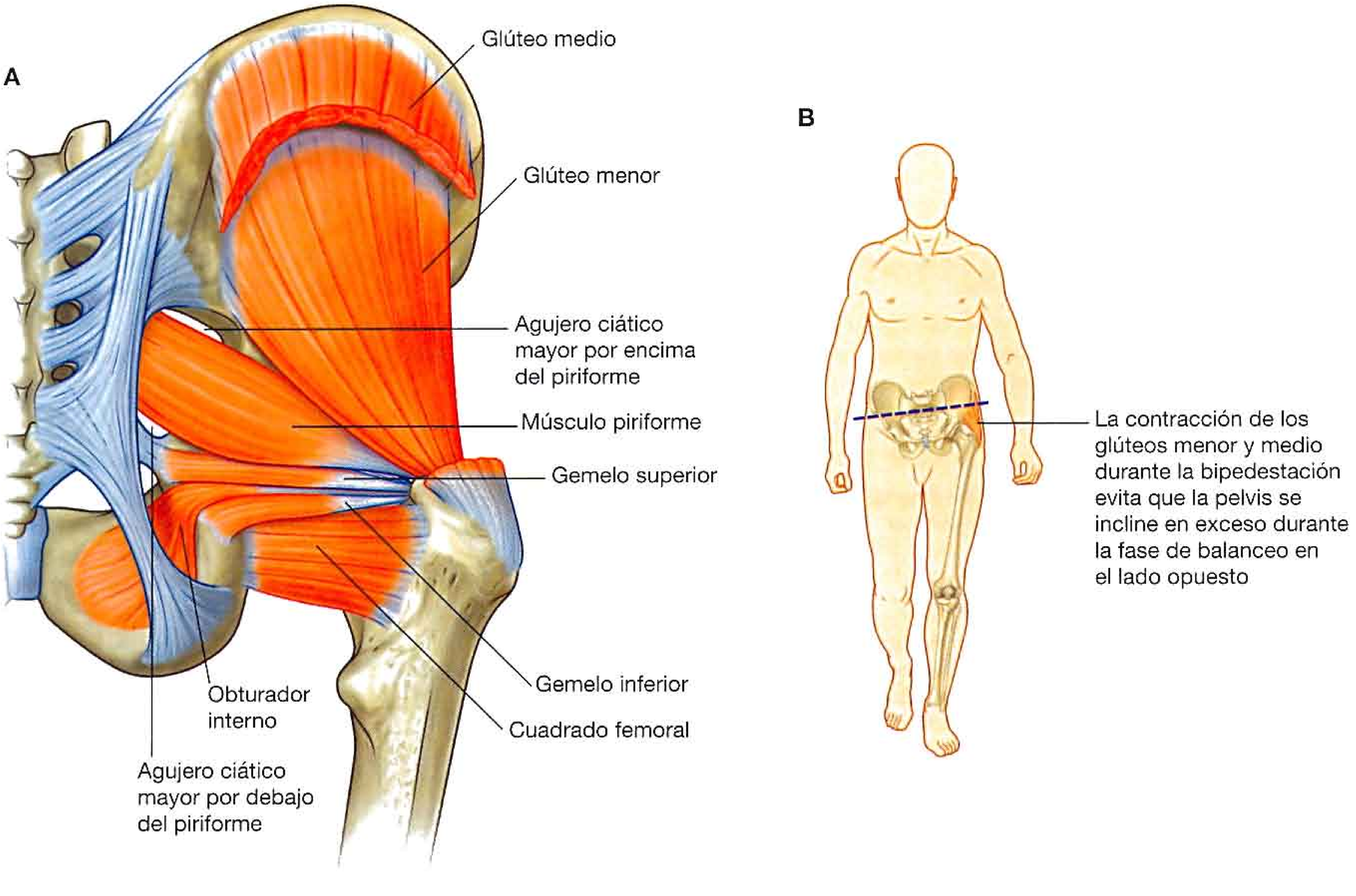


Fig. 6.44 Músculos profundos de la región glútea. **A.** Vista posterior. **B.** Función.

entre la espina isquiática y la tuberosidad isquiática y atraviesa el agujero ciático menor para entrar en la región glútea. El tendón pasa entonces en sentido posteroinferior hasta la articulación de la cadera y se inserta en la superficie medial del borde superior del trocánter mayor del fémur justo por debajo de la inserción del músculo piriforme.

El obturador interno rota en sentido lateral, abduce el fémur en la articulación de la cadera y está inervado por el nervio del obturador interno.

Gemelos superior e inferior

Los gemelos superior e inferior son una pareja de músculos triangulares asociados con los bordes superior e inferior del tendón del obturador interno (fig. 6.44):

- La base del **gemelo superior** se origina en la superficie glútea de la espina isquiática.
- La base del **gemelo inferior** tiene su origen en las superficies glútea superior y pélvica de la tuberosidad isquiática.

Las fibras de los músculos gemelos se insertan a lo largo de la longitud del tendón obturador interno, y los vértices de los dos músculos lo hacen junto con el tendón del obturador interno en el trocánter mayor del fémur.

El gemelo superior está inervado por el nervio del obturador interno y el gemelo inferior por el nervio del cuadrado femoral. Los músculos gemelos actúan con el músculo obturador interno rotando en sentido lateral y abduciendo el fémur en la articulación de la cadera.

Cuadrado femoral

El músculo **cuadrado femoral** es el más inferior del grupo profundo de músculos de la región glútea (fig. 6.44). Es rectangular, plano, y se ubica por debajo del músculo obturador interno y sus músculos gemelos asociados.

El cuadrado femoral se inserta en un extremo en la rugosidad lineal que hay en la cara lateral del isquion, justo anterior a la tuberosidad isquiática, y en el otro extremo al tubérculo cuadrado situado en la cresta intertrocantérica de la porción proximal del fémur.

Rota en sentido lateral el fémur en la articulación de la cadera y está inervado por el nervio del cuadrado femoral.

Grupo superficial

Glúteos menor y medio

Los músculos glúteo menor y medio son dos músculos del grupo más superficial de la región glútea (fig. 6.44).

El **glúteo menor** es un músculo en forma de abanico que se origina en la superficie externa de la parte superior expandida del ilion, entre la línea glútea inferior y la línea glútea anterior. Las fibras musculares convergen a nivel inferior y lateral para formar un tendón, que se inserta en una carilla lineal ancha sobre la cara anterolateral del trocánter mayor.

El **glúteo medio** está situado por encima del glúteo menor y también presenta forma de abanico. Tiene un origen amplio en la superficie externa del ilion entre la línea glútea anterior y la línea glútea posterior, y se inserta en una carilla alargada situada sobre la superficie lateral del trocánter mayor.

Los músculos glúteos medio y menor abducen la extremidad inferior en la articulación de la cadera y reducen la caída pélvica sobre el miembro opuesto en balanceo durante la marcha, al asegurar la posición de la pelvis en la extremidad de apoyo. Ambos músculos están inervados por el nervio glúteo superior.

Glúteo mayor

El glúteo mayor es el músculo más grande la región glútea y está situado por encima de la mayor parte de los otros músculos glúteos (fig. 6.45).

El glúteo mayor es cuadrangular y tiene un origen ancho, que se extiende desde un área rugosa del ilion por debajo de la línea glútea posterior y a lo largo de la superficie

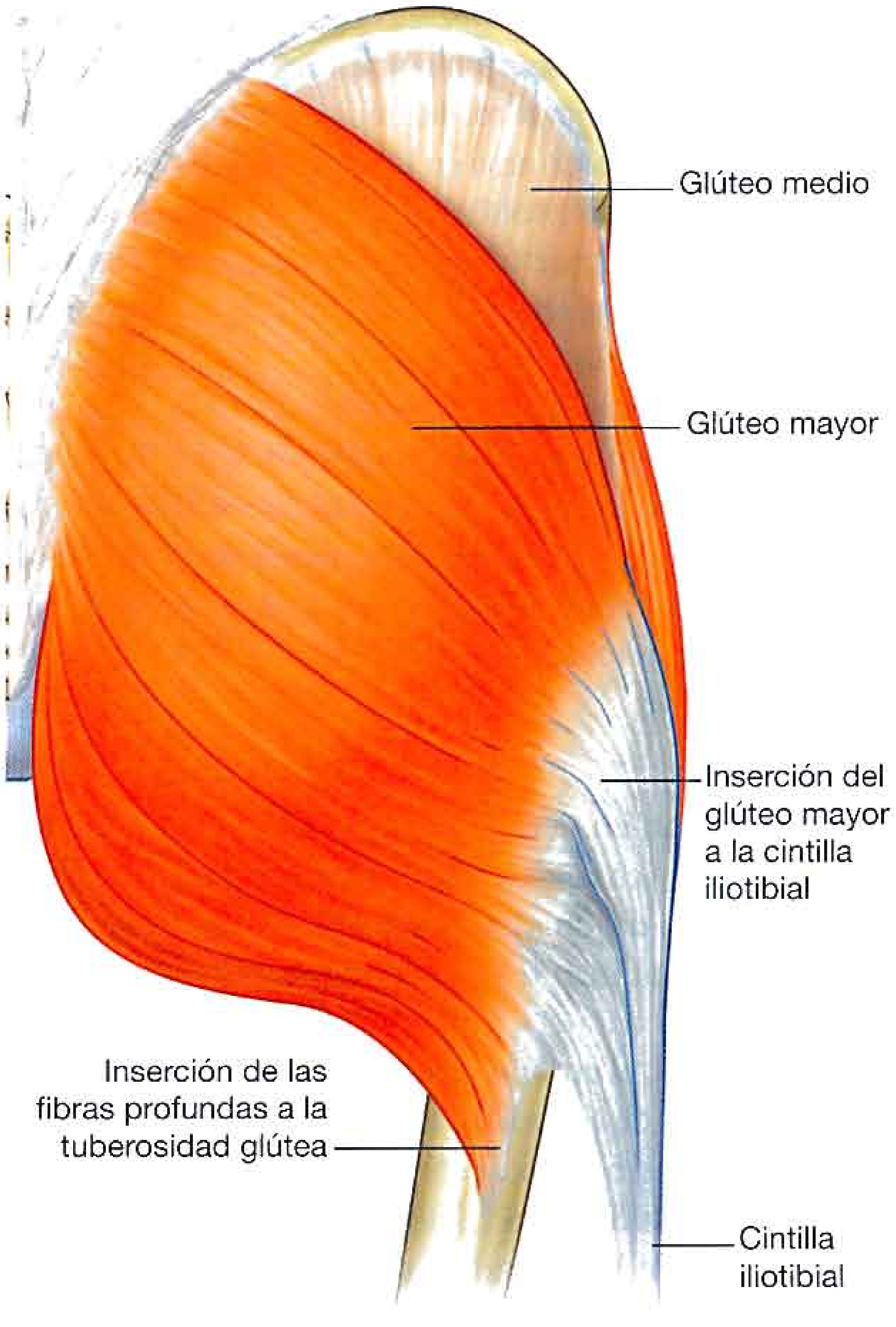


Fig. 6.45 Músculo glúteo mayor. Vista posterior.

dorsal de la porción inferior del sacro y de la superficie lateral del cóccix hasta la superficie externa del ligamento sacrotuberoso. También se inserta en la fascia situada por encima del glúteo medio y, entre el ilion y el sacro, en la fascia que cubre el músculo erector de la columna. A menudo se le describe como encerrado dentro de dos capas de la fascia lata, que cubre las regiones del muslo y la glútea.

A nivel lateral, las partes superior e inferior superficial del glúteo mayor se insertan en la cara posterior de un engrosamiento tendinoso de la fascia lata (la cintilla iliotibial), que pasa sobre la superficie lateral del trocánter mayor y desciende por el muslo hacia la parte superior de la pierna. Las partes distales profundas del músculo se insertan en la tuberosidad glútea alargada de la porción proximal del fémur.

El glúteo mayor extiende sobre todo el muslo flexionado a nivel de la articulación de la cadera. A través de su inserción en la cintilla iliotibial también estabiliza las articulaciones de la rodilla y la cadera. Está inervado por el nervio glúteo inferior.

Tensor de la fascia lata

El músculo tensor de la fascia lata es el más anterior del grupo superficial de músculos de la región glútea y está situado por encima del glúteo menor y de la parte anterior del glúteo medio (fig. 6.46A).

El tensor de la fascia lata se origina en el borde externo de la cresta ilíaca desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el tubérculo de la cresta, aproximadamente. Las fibras musculares descienden hasta insertarse en la cara anterior de la cintilla iliotibial de la fascia profunda, que discurre por la cara lateral del muslo y se inserta en la parte superior de la tibia. Como el glúteo mayor, el tensor de la fascia lata está dentro de un compartimento de la fascia lata.

El tensor de la fascia lata estabiliza la rodilla en extensión y, trabajando con el músculo glúteo mayor sobre la cintilla iliotibial lateral al trocánter mayor, estabiliza la articulación de la cadera manteniendo la cabeza del fémur en el acetábulo (fig. 6.46B). Está inervado por el nervio glúteo superior.

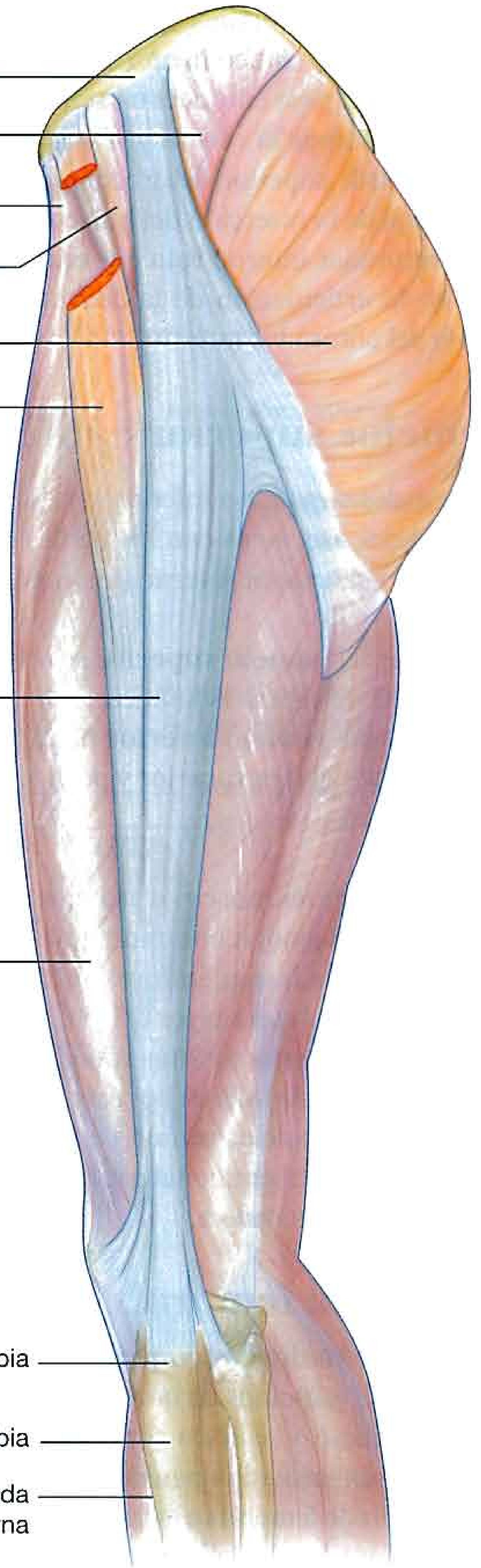


Fig. 6.46 Tensor de la fascia lata. Región glútea izquierda, vista lateral.

Nervios

Siete nervios entran en la región glútea desde la pelvis a través del agujero ciático mayor (fig. 6.47A): el glúteo superior, el ciático, el nervio del cuadrado femoral, el nervio del obturador interno, el cutáneo femoral posterior, el pudendo y el glúteo inferior.

Otro nervio más, el cutáneo perforante, entra en la región glútea atravesando directamente el ligamento sacrotuberoso.

Algunos de estos nervios, como los nervios ciático y pudendo, pasan a través de la región glútea en su camino a otras regiones. Nervios como el glúteo superior e inferior inervan estructuras de la región glútea. Muchos de los nervios de dicha región están en el plano que hay entre los grupos de músculos superficial y profundo.

Nervio glúteo superior

De todos los nervios que atraviesan el agujero ciático mayor, el glúteo superior es el único que pasa por encima del músculo piriforme (fig. 6.47A). Tras entrar en la región glútea, el nervio gira hacia arriba sobre el borde inferior del glúteo menor y discurre a nivel anterior y lateral en el plano que hay entre los músculos glúteos menor y medio.

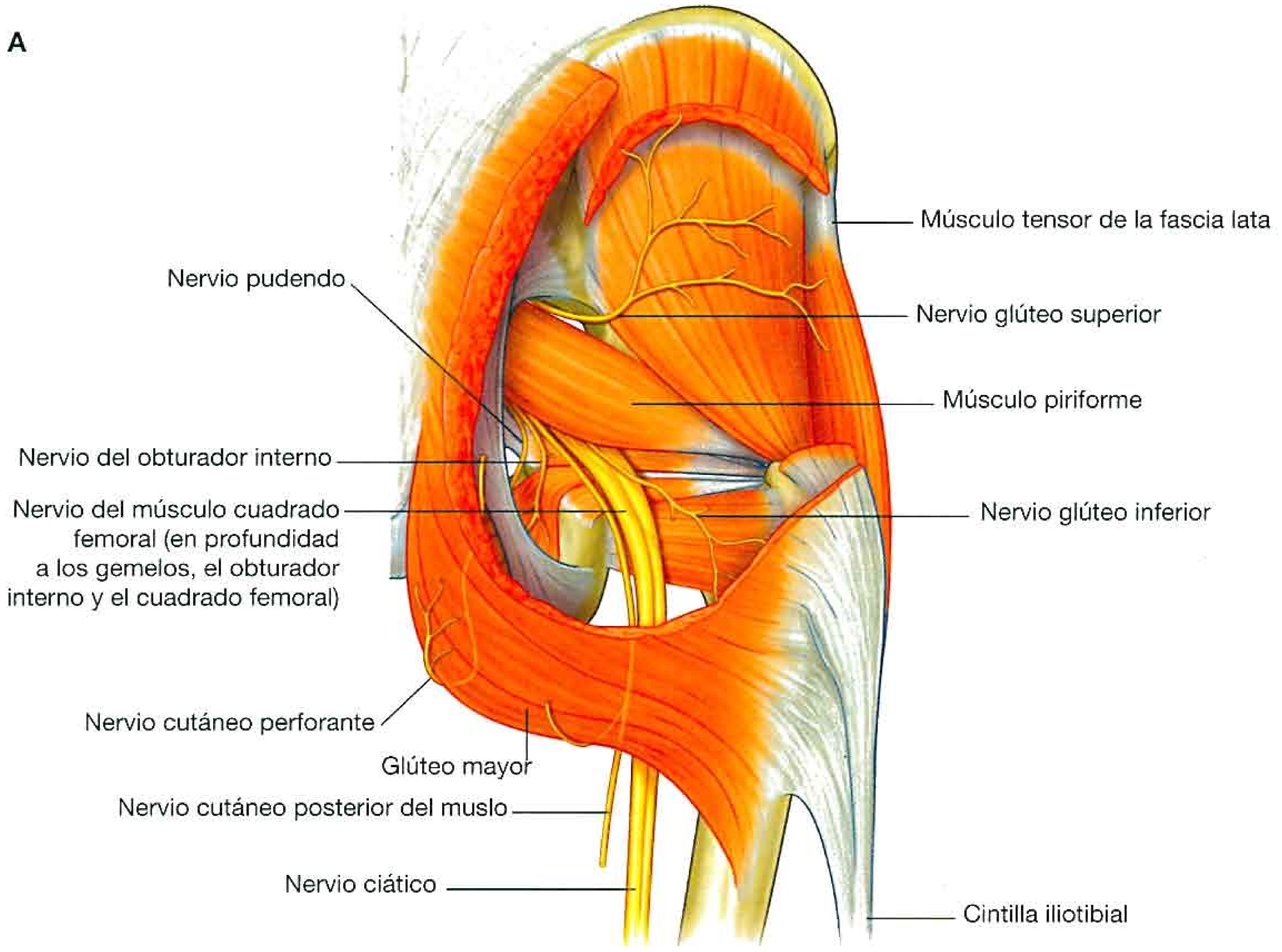


Fig. 6.47 Nervios de la región glútea. **A.** Vista posterior.

El nervio glúteo superior envía ramos a los músculos glúteo menor y medio, y termina inervando al músculo tensor de la fascia lata.

Nervio ciático

El nervio ciático entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme (fig. 6.47A). Desciende en el plano que hay entre los grupos superficial y profundo de músculos de la región glútea, atravesando las superficies posteriores de los músculos obturador interno y gemelos asociados primero, y después del músculo cuadrado femoral. Se dispone justo en profundidad al glúteo mayor en el punto medio que hay entre la tuberosidad isquiática y el trocánter mayor. En el borde inferior del músculo del cuadrado femoral, el nervio ciático entra en la parte posterior del muslo.

El nervio ciático es el nervio más grande del cuerpo e inerva todos los músculos del compartimento posterior del muslo que flexionan la rodilla y todos los músculos que mueven el tobillo y el pie. También inerva una gran región cutánea de la extremidad inferior.

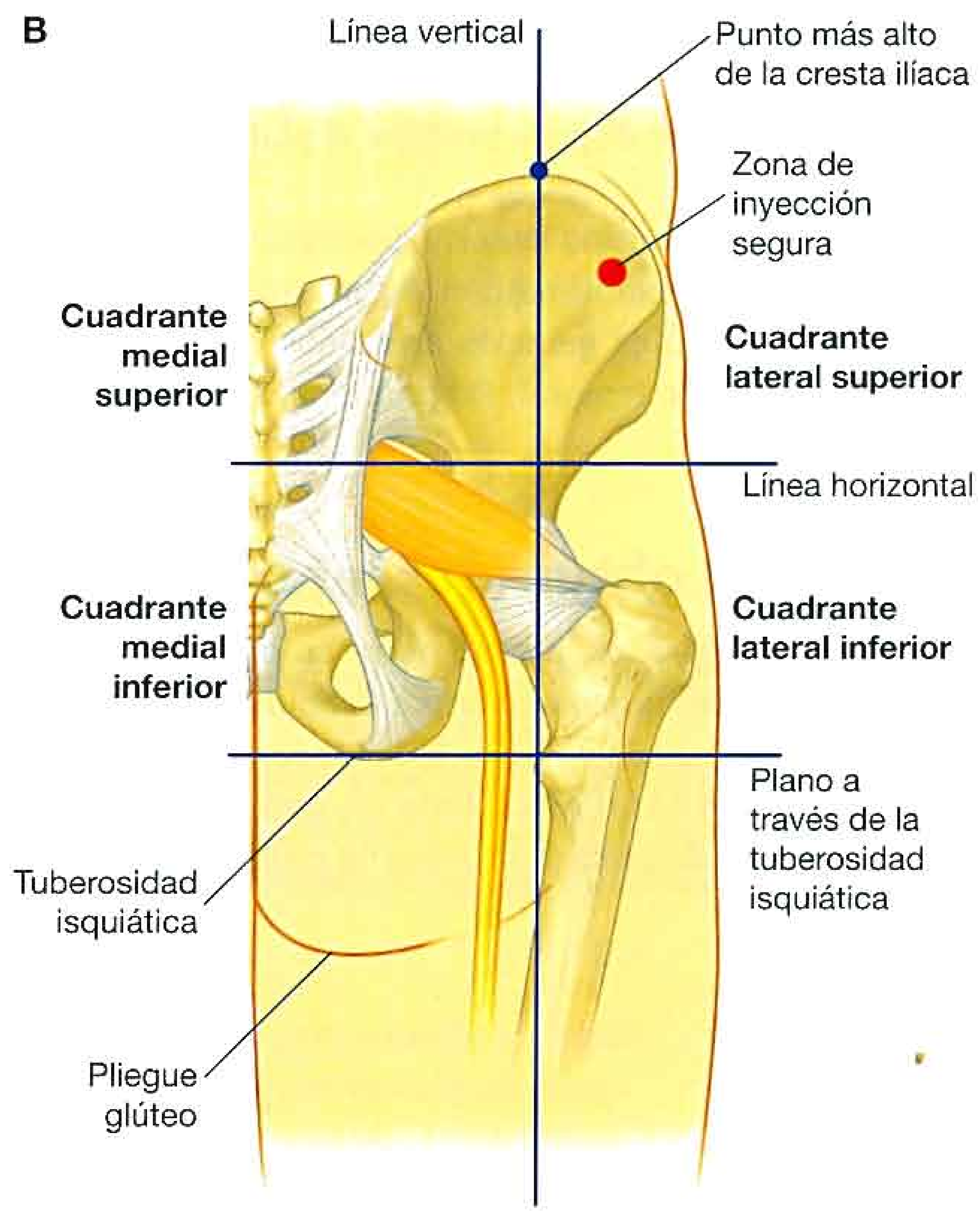


Fig. 6.47 ***(cont.)*** Nervios de la región glútea. **B.** Zona para las inyecciones intramusculares.

Conceptos prácticos

Inyecciones intramusculares

De vez en cuando es necesario administrar fármacos por vía intramuscular: es decir, mediante una inyección directa en los músculos. Este procedimiento debe realizarse sin lesionar las estructuras neurovasculares. Una zona típica para una inyección intramuscular es la región glútea. El nervio ciático pasa a través de esta región y debe evitarse. La zona más segura para inyectar es el cuadrante superior externo de cualquiera de las regiones glúteas.

La región glútea puede dividirse en cuadrantes mediante dos líneas imaginarias colocadas utilizando referencias óseas palpables (fig. 6.47B). Una línea desciende verticalmente desde el punto más alto de la cresta ilíaca. Otra línea es horizontal y pasa a través de la primera línea, a medio camino entre el punto más alto de la cresta ilíaca y el plano horizontal que pasa a través de la tuberosidad isquiática.

Se debe recordar que la región glútea se extiende hacia delante hasta la espina ilíaca anterosuperior. El nervio ciático se curva a través de la esquina lateral y superior del cuadrante medial inferior y desciende a lo largo del borde medial del cuadrante lateral inferior.

En ocasiones, el nervio ciático se bifurca en sus ramos tibial y peroneo común en la pelvis, en cuyo caso el nervio peroneo común pasa a la región glútea a través del músculo piriforme, o incluso por encima de él.

El nervio y los vasos glúteos superiores suelen entrar en la región glútea por encima del piriforme y pasan en sentido superior y hacia delante.

La esquina anterior del cuadrante lateral superior se suele utilizar para las inyecciones, para evitar cualquier lesión del nervio ciático o de otros nervios y vasos de la región glútea. Una aguja insertada en esta región entra en el glúteo medio anterosuperior al borde del glúteo mayor.

Nervio del cuadrado femoral

El nervio del cuadrado femoral entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y en profundidad respecto del nervio ciático (fig. 6.47A). Al contrario que otros nervios de la región glútea, el nervio del cuadrado femoral se dispone anterior al plano de los músculos profundos.

El nervio del cuadrado femoral desciende a lo largo del isquion en profundidad al tendón del músculo obturador interno y los músculos gemelos asociados para atravesar e inervar el cuadrado femoral. Proporciona un pequeño ramo al gemelo inferior.

Nervio del obturador interno

El nervio del obturador interno entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y entre el nervio cutáneo femoral posterior y el nervio pudendo (fig. 6.47A). Proporciona un pequeño ramo al gemelo superior y después pasa sobre la espina isquiática y a través del agujero ciático menor para inervar el músculo obturador interno desde la superficie medial del músculo en el periné.

Nervio cutáneo femoral posterior

El nervio cutáneo femoral posterior entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme e inmediatamente medial al nervio ciático (fig. 6.47A). Desciende a través de la región glútea justo en profundidad al glúteo mayor y entra en la porción posterior del muslo.

El nervio cutáneo femoral posterior da lugar a varios ramos glúteos, que forman un asa alrededor del borde inferior del músculo glúteo mayor para inervar la piel existente sobre el pliegue glúteo. Un pequeño ramo perineal pasa en sentido medial y contribuye a inervar la piel del escroto o los labios mayores en el periné. El principal tronco del nervio cutáneo femoral posterior pasa en sentido inferior dando lugar a ramos que inervan la piel de la porción lateral del muslo y de la pierna.

Nervio pudendo

El nervio pudendo entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y medial al nervio ciático (fig. 6.47A). Pasa sobre el ligamento sacroespinoso e inmediatamente lo hace a través del agujero ciático menor para entrar en el periné. El trayecto del nervio pudendo en la región glútea es corto y el nervio está a menudo oculto por el borde superior del ligamento sacrotuberoso.

El nervio pudendo es el principal nervio somático del periné y no tiene ramos en la región glútea.

Nervio glúteo inferior

El nervio glúteo inferior entra en la región glútea a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme y a lo largo de la superficie posterior del nervio ciático (fig. 6.47A). Penetra en el músculo glúteo mayor y lo inerva.

Nervio cutáneo perforante

El nervio cutáneo perforante es el único nervio de la región glútea que no entra en el área a través del agujero ciático mayor. Es un pequeño nervio que deja el plexo sacro en la cavidad pélvica atravesando el ligamento sacrotuberoso. Después forma un asa alrededor del borde inferior del glúteo mayor para inervar la piel existente sobre la cara medial del glúteo mayor (fig. 6.47A).

Arterias

Dos arterias entran en la región glútea desde la cavidad pélvica a través del agujero ciático mayor: la glútea inferior y la glútea superior (fig. 6.48). Inervan estructuras de la región glútea y la porción posterior del muslo que tienen destacadas anastomosis colaterales con ramas de la arteria femoral.

Arteria glútea inferior

La arteria glútea inferior se origina en el tronco anterior de la arteria ilíaca interna en la cavidad pélvica. La arteria glútea deja la cavidad pélvica con el nervio glúteo inferior a través del agujero ciático mayor por debajo del músculo piriforme (fig. 6.48).

Irriga los músculos adyacentes y desciende a través de la región glútea y hacia la porción posterior del muslo, donde irriga estructuras adyacentes y se anastomosa con ramas perforantes de la arteria femoral. También da lugar a una rama para el nervio ciático.

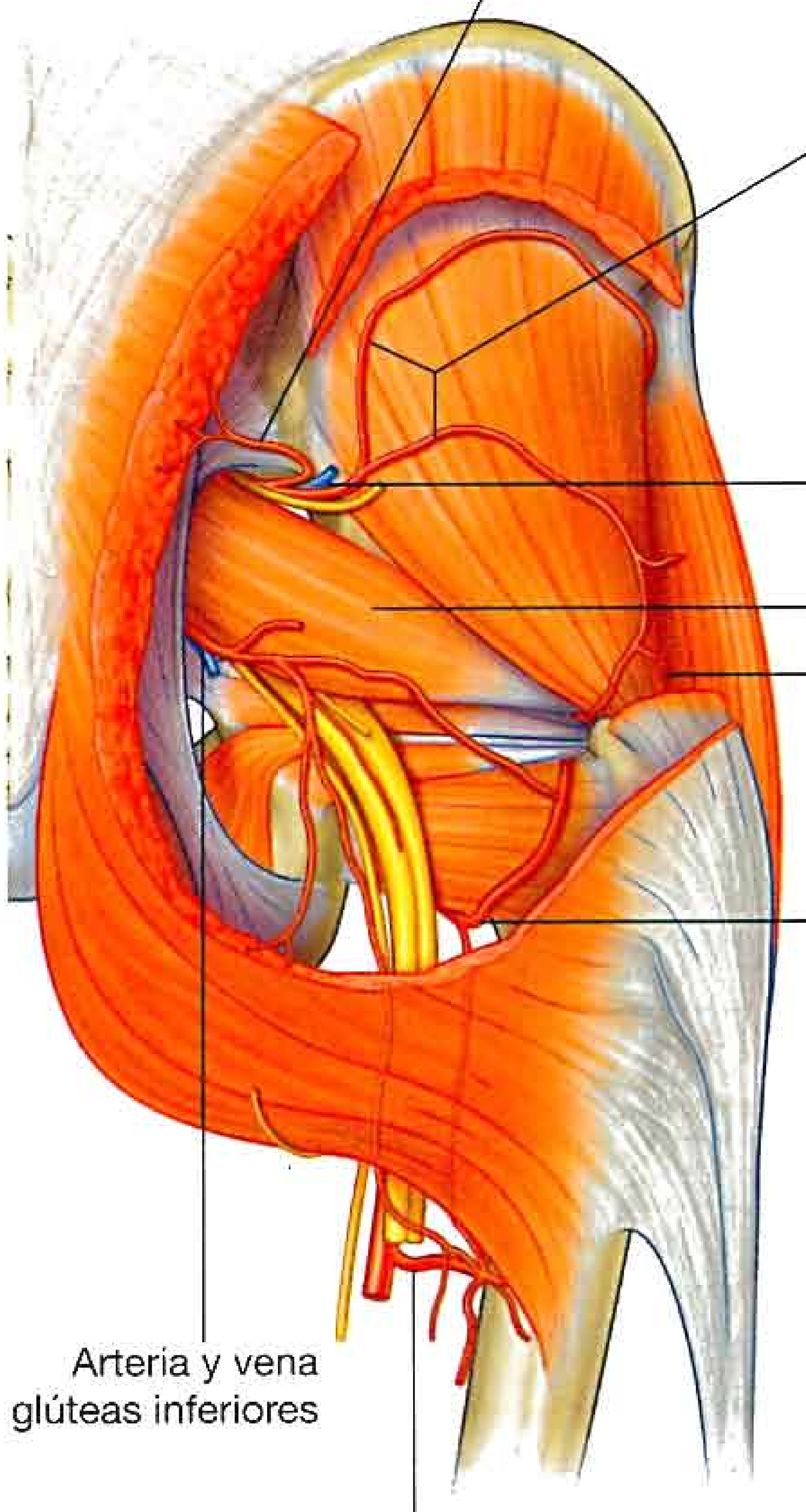


Fig. 6.48 Arterias de la región glútea.

Arteria glútea superior

La arteria glútea superior se origina en el tronco posterior de la arteria ilíaca interna en la cavidad pélvica. Deja la cavidad pélvica con el nervio glúteo superior a través del agujero ciático mayor por encima del músculo piriforme (fig. 6.48). En la región glútea se divide en una rama superficial y una profunda:

- La rama superficial pasa a la superficie profunda del músculo glúteo mayor.
- La rama profunda pasa entre los músculos glúteo medio y menor.

Además de a los músculos adyacentes, la arteria glútea superior contribuye a la irrigación de la articulación de la cadera. Ramas de la arteria también se anastomosan con las arterias circunflejas femorales lateral y medial, procedentes de la arteria femoral profunda en el muslo, y con la arteria glútea inferior (fig. 6.49).

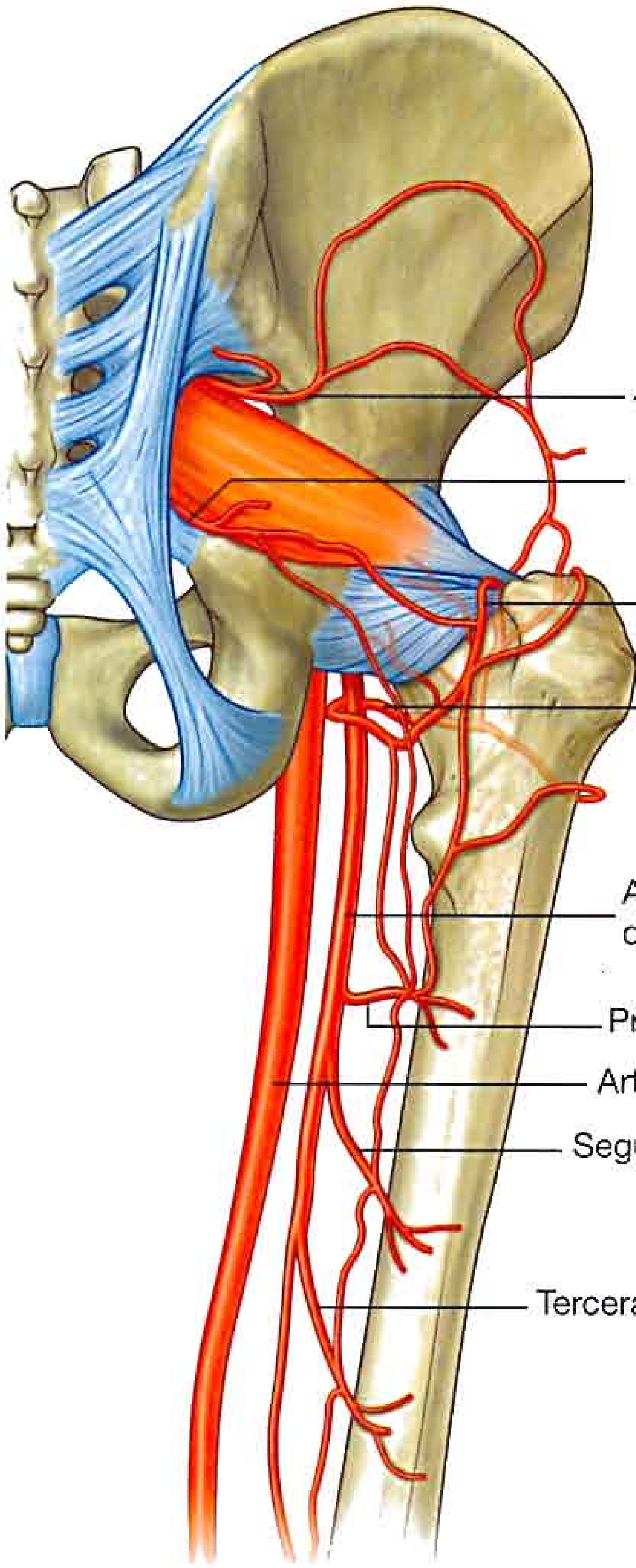


Fig. 6.49 Anastomosis entre las arterias glúteas y los vasos que se originan en la arteria femoral en el muslo. Vista posterior.

Venas

Las venas glúteas inferior y superior siguen a las arterias glúteas inferior y superior al interior de la pelvis, donde se unen al plexo venoso pélvico. A nivel periférico, las venas se anastomosan con venas glúteas superficiales, que finalmente drenan a nivel anterior en la vena femoral.

Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos profundos de la región glútea acompañan a los vasos sanguíneos de la cavidad pélvica y conectan con los ganglios ilíacos internos.

Los vasos linfáticos superficiales drenan en los ganglios inguinales superficiales de la cara anterior del muslo.

MUSLO

El muslo es la región de la extremidad inferior ubicada aproximadamente entre las articulaciones de la cadera y de la rodilla (fig. 6.50):

- A nivel anterior, está separado de la pared abdominal por el ligamento inguinal.
- A nivel posterior, está separado de la región glútea por el pliegue glúteo a nivel superficial y por los bordes inferiores del glúteo mayor y del cuadrado femoral en los planos profundos.

Las estructuras entran en la porción superior del muslo y lo abandonan por tres vías:

- A nivel posterior, el muslo se continúa con la región glútea, y la principal estructura que pasa entre las dos regiones es el nervio ciático.
- A nivel anterior, el muslo se comunica con la cavidad abdominal a través de la abertura existente entre el ligamento inguinal y el hueso pélvico, y las principales estructuras que atraviesan esta abertura son los músculos iliopsoas y pectíneo, el nervio, la arteria y la vena femorales y los vasos linfáticos.
- A nivel medial, las estructuras (incluidos el nervio obturador y los vasos asociados) pasan entre el muslo y la cavidad pélvica a través del conducto obturador.

El muslo está dividido en tres compartimentos por tabiques intermusculares que se ubican entre la cara posterior del fémur y la fascia lata (la gruesa capa de fascia profunda que rodea o cubre completamente el muslo; fig. 6.50C):

- El **compartimento anterior del muslo** contiene músculos que, sobre todo, extienden la pierna en la articulación de la rodilla.
- El **compartimento posterior del muslo** presenta músculos que, sobre todo, extienden la articulación de la cadera y flexionan la pierna en la articulación de la rodilla.
- El **compartimento medial del muslo** consta de músculos que principalmente aducen el muslo en la articulación de la cadera.

El nervio ciático inerva los músculos del compartimento posterior del muslo, el nervio femoral los músculos del compartimento anterior del muslo y el nervio obturador la mayoría de los músculos del compartimento medial del muslo.

Las principales arterias, venas y vasos linfáticos entran en el muslo anteriores al hueso pélvico y atraviesan el triángulo femoral por debajo del ligamento inguinal. Los vasos y nervios que pasan entre el muslo y la pierna pasan a través de la fosa poplítea por detrás de la articulación de la rodilla.

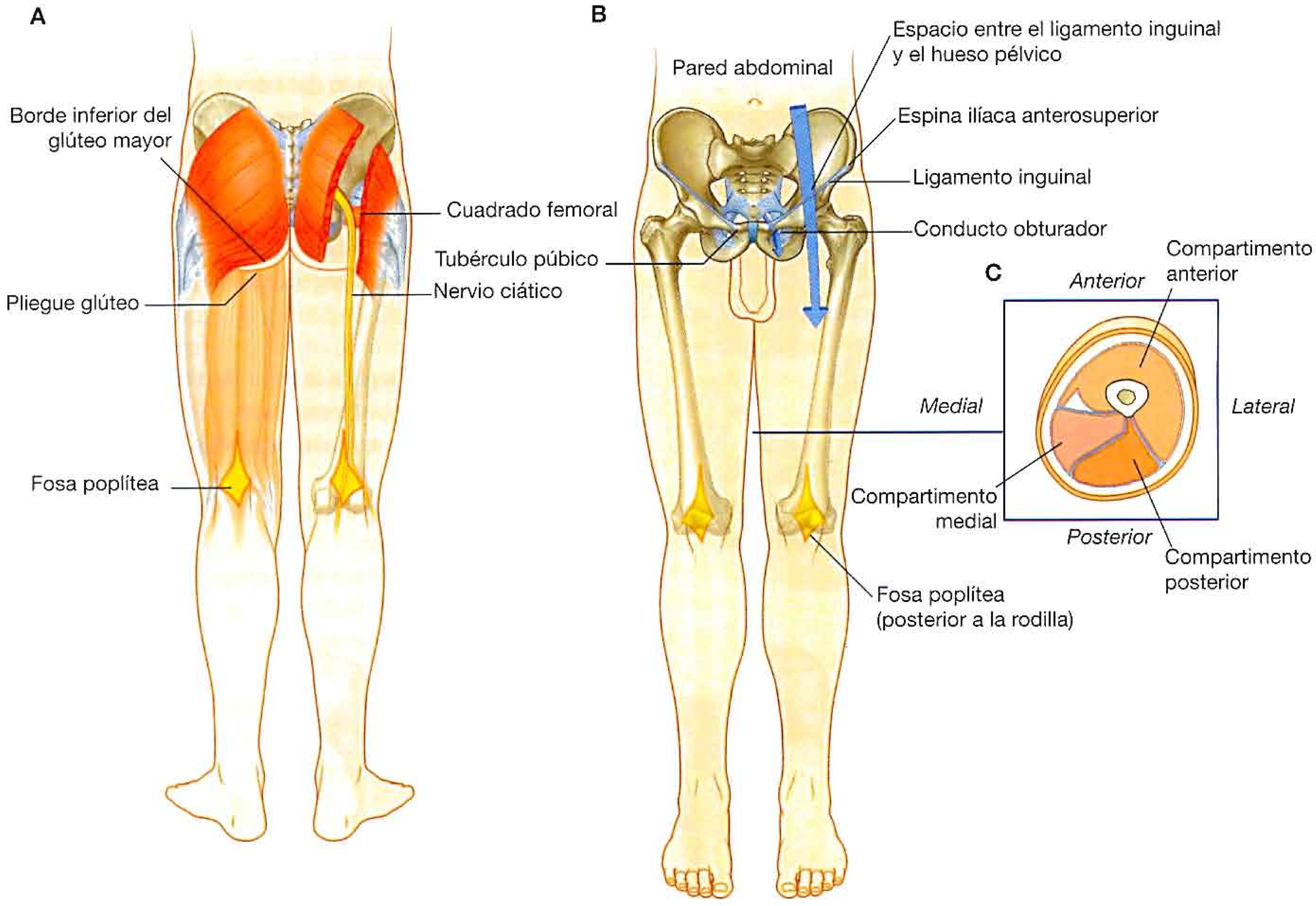


Fig. 6.50 Muslo. **A.** Vista posterior. **B.** Vista anterior. **C.** Sección transversal de la porción media del muslo.

Huesos

El apoyo esquelético del muslo es el fémur. La mayor parte de los grandes músculos del muslo se insertan en los extremos proximales de los dos huesos de la pierna (tibia y peroné) y flexionan y extienden la pierna en la articulación de la rodilla. El extremo distal del fémur es el origen de los músculos gastrocnemios, que se localizan predominantemente en el compartimento posterior de la pierna y producen la flexión plantar del pie.

Diáfisis y extremo distal del fémur

La diáfisis del fémur está arqueada hacia delante y tiene un trayecto oblicuo desde el cuello del fémur hasta el extremo distal (fig. 6.51). Como consecuencia de esta orientación oblicua, la rodilla está cerca de la línea media por debajo del centro de gravedad del cuerpo.

La parte media de la diáfisis del fémur presenta una sección triangular (fig. 6.51D). En la parte media de la diáfisis, el fémur tiene unas superficies medial (posteromedial), lateral (posterolateral) y anterior, así como unos bordes medial, lateral y posterior. Los bordes medial y lateral son redondeados, mientras que el posterior forma una cresta rugosa ancha, la **línea áspera.**

En las regiones proximal y distal del fémur, la línea áspera se ensancha hasta formar una superficie posterior adicional. En el extremo distal del fémur, esta superficie posterior forma el suelo de la fosa poplítea y sus bordes, que se continúan con la línea áspera por encima, dan lugar a las líneas **supracondíleas medial** y **lateral.** La línea supracondílea medial termina en un tubérculo prominente (el **tubérculo aductor**) sobre la cara superior del **cóndilo medial** del extremo distal. Justo lateral al extremo inferior de la línea supracondílea medial existe un área rugosa alargada de hueso para la inserción proximal de la cabeza medial del músculo gastrocnemio (fig. 6.51).

El extremo distal del fémur se caracteriza por dos grandes cóndilos, que se articulan con la cabeza proximal de la tibia. Los cóndilos están separados a nivel posterior por una **fosa intercondílea** y se unen a nivel anterior allí donde se articulan con la rótula.

Las superficies de los cóndilos que se articulan con la tibia son redondeadas a nivel posterior y se aplanan a nivel inferior. En cada cóndilo, un surco oblicuo superficial separa la superficie que se articula con la tibia de la superficie más anterior que se articula con la rótula. Las superficies de los cóndilos medial y lateral que se articulan con la rótula forman juntas un surco en forma de V que mira en sentido anterior. La superficie lateral del surco es mayor y está más inclinada que la superficie medial.

Las paredes de la fosa intercondílea tienen dos carillas para la inserción superior de los ligamentos cruzados, que estabilizan la articulación de la rodilla (fig. 6.51):

- La pared formada por la superficie lateral del cóndilo medial tiene una gran carilla oval, que cubre la mayor parte de la mitad inferior de la pared, para la inserción del extremo proximal del **ligamento cruzado posterior.**
- La pared formada por la superficie medial del cóndilo lateral tiene una carilla oval posterosuperior más pequeña para la inserción del extremo proximal del **ligamento cruzado anterior.**

Los epicóndilos, para la inserción de los ligamentos colaterales de la articulación de la rodilla, son elevaciones óseas en las superficies externas no articulares de los cóndilos (fig. 6.51). Hay dos carillas separadas por un surco justo por detrás del **epicóndilo lateral:**

- La carilla superior es para la inserción de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio.
- La carilla inferior es para la inserción del músculo poplíteo.

El tendón del músculo poplíteo está dispuesto en el surco que separa las dos carillas.

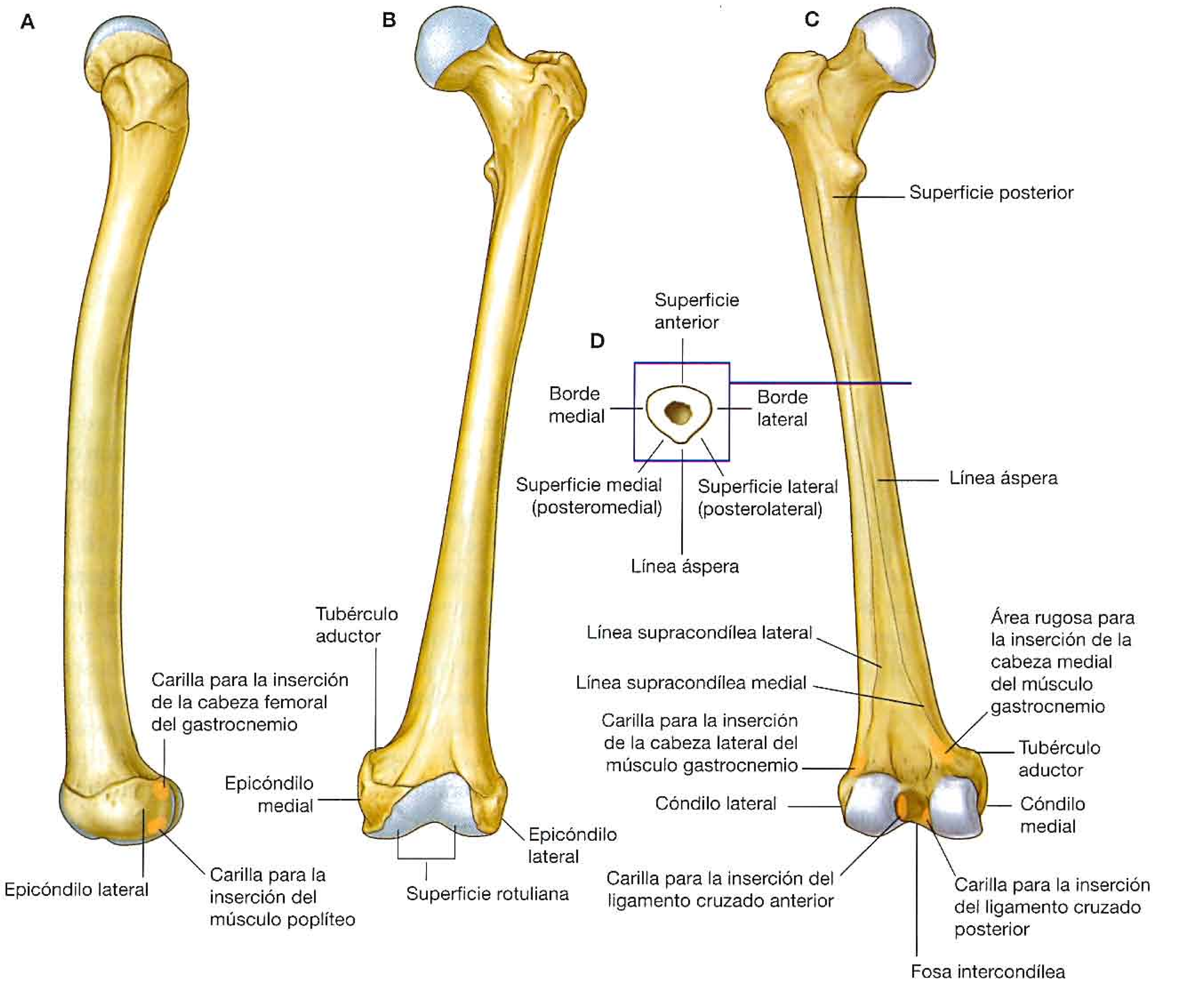


Fig. 6.51 Diáfisis y cabeza distal del fémur. **A.** Vista lateral. **B.** Vista anterior. **C.** Vista posterior. **D.** Sección transversal de la diáfisis del fémur.

El **epicóndilo medial** es una eminencia redondeada situada sobre la superficie medial del cóndilo medial. Justo posterosuperior al epicóndilo medial se encuentra el tubérculo aductor.

Rótula

La rótula es el mayor hueso sesamoideo (un hueso formado dentro de un tendón muscular) del cuerpo y está formado dentro del tendón del músculo cuádriceps femoral, allí donde cruza por delante de la articulación de la rodilla para insertarse en la tibia.

La rótula es triangular:

- Su vértice apunta hacia abajo para la inserción del tendón rotuliano, que conecta la rótula con la tibia (fig. 6.52).
- Su base es ancha y gruesa para la inserción del músculo cuádriceps femoral desde arriba.
- Su superficie posterior se articula con el fémur y tiene las carillas medial y lateral, que se inclinan desde una cresta lisa elevada; la carilla lateral es mayor que la medial para articularse con la superficie mayor correspondiente del cóndilo lateral del fémur.

Extremo proximal de la tibia

La tibia constituye el hueso medial y más grande de la pierna, y es el único que se articula con el fémur en la articulación de la rodilla.

El extremo proximal de la tibia se expande en el plano transverso para soportar el peso y consta de un **cóndilo medial** y un **cóndilo lateral**, que están aplanados en el plano horizontal y sobresalen de la diáfisis (fig. 6.53).

Las superficies superiores de los cóndilos medial y lateral son articulares y están separadas por una región intercondílea, que contiene zonas para la inserción de ligamentos fuertes (ligamentos cruzados) y cartílagos interarticulares (meniscos) de la articulación de la rodilla.

Las superficies articulares de los cóndilos medial y lateral, junto con la región intercondílea forman una «meseta tibial» que se articula con el extremo distal del fémur, al que se ancla. Por debajo de los cóndilos, en la parte proximal de la diáfisis, hay una gran **tuberosidad tibial** y unas rugosidades para inserciones musculares y ligamentosas.

Cóndilos tibiales y áreas intercondíleas

Los cóndilos tibiales son unos gruesos discos horizontales de hueso unidos a la porción más alta de la diáfisis tibial (fig. 6.53).

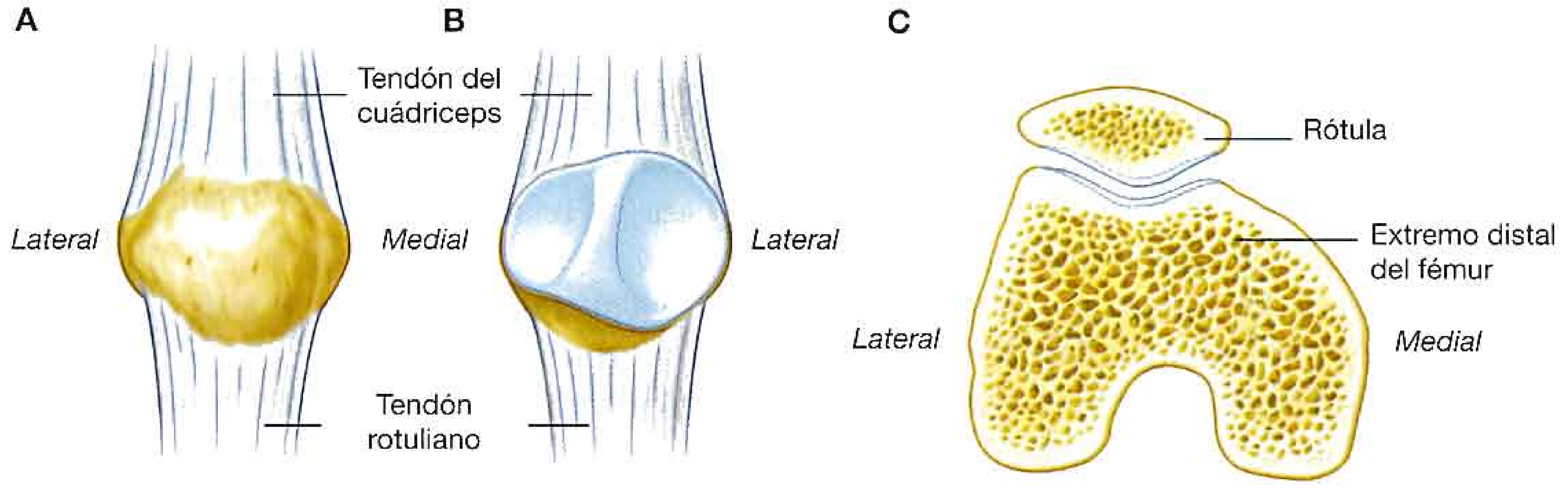


Fig. 6.52 Rótula. A. Vista anterior. B. Vista posterior. C. Vista superior.

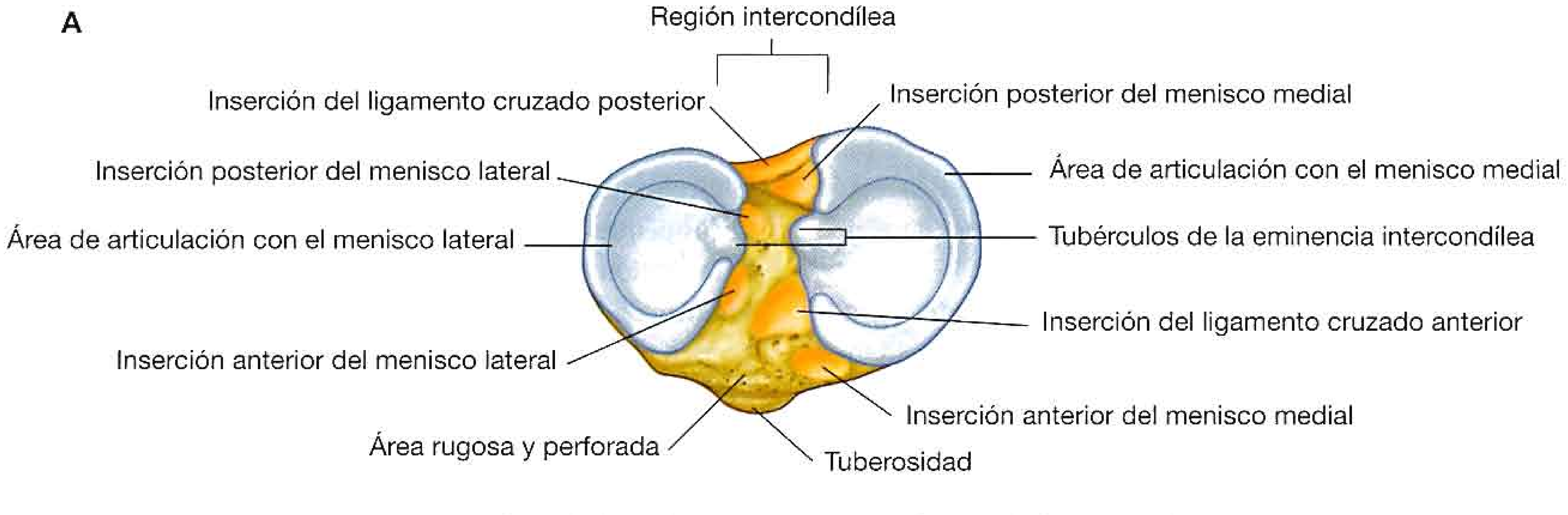


Fig. 6.53 Extremo proximal de la tibia. A. Vista superior, meseta tibial.

Continúa

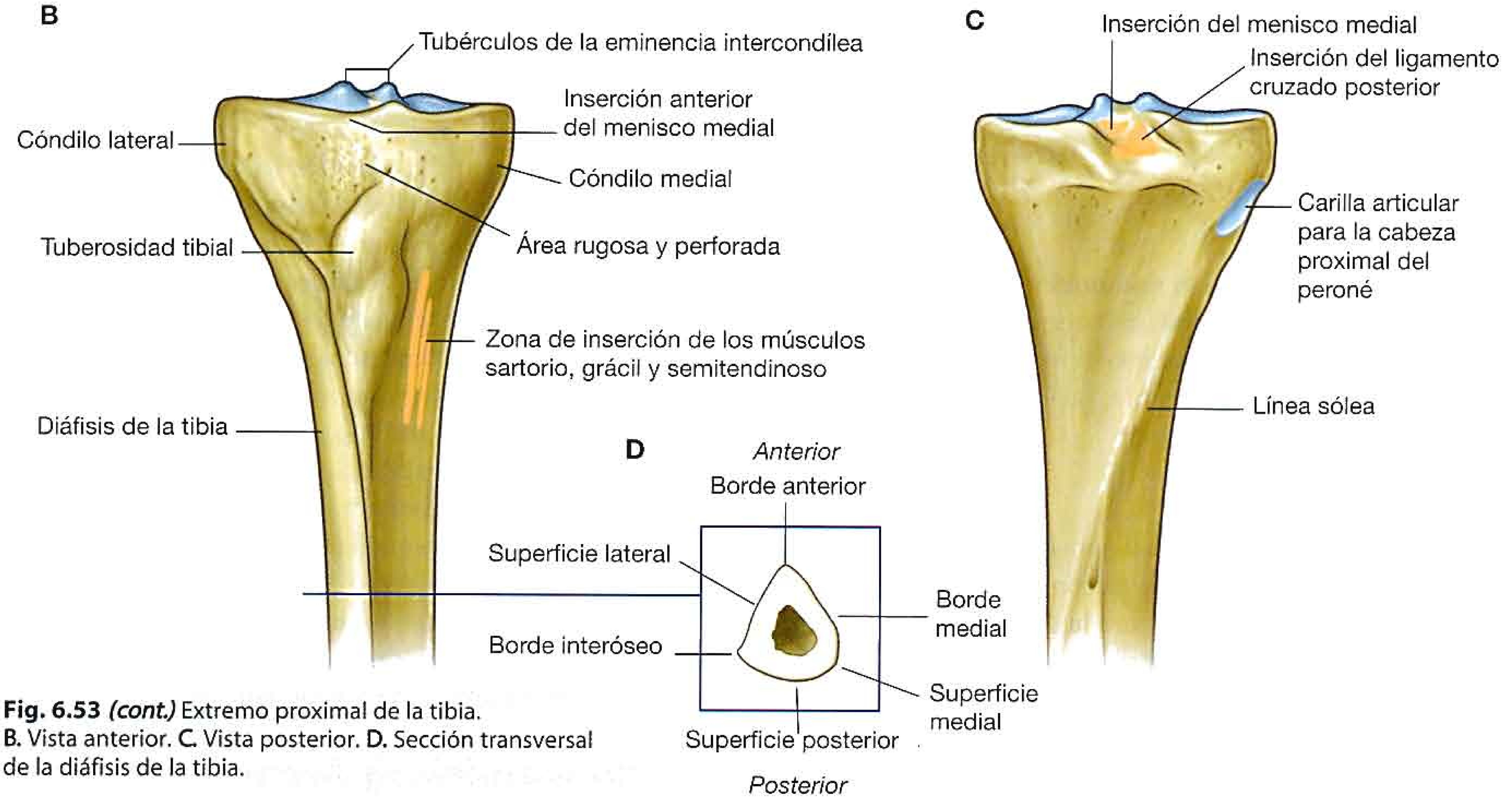


Fig. 6.53 ***(cont.)*** Extremo proximal de la tibia. **B.** Vista anterior. **C.** Vista posterior. **D.** Sección transversal de la diáfisis de la tibia.

El cóndilo medial es mayor que el cóndilo lateral y está mejor apoyado sobre la diáfisis de la tibia. Su cara superior es oval, para articularse con el cóndilo medial del fémur. La superficie articular se extiende en sentido lateral hasta un lado del **tubérculo intercondíleo medial** elevado.

La superficie lateral del cóndilo lateral es circular y se articula por encima con el cóndilo lateral del fémur. El borde medial de esa superficie se extiende hacia el lateral del **tubérculo intercondíleo lateral.**

Las superficies articulares superiores de los cóndilos lateral y medial son cóncavas, sobre todo a nivel central. Los bordes externos de las superficies son más planos y constituyen las regiones que contactan con los discos interarticulares (meniscos) de fibrocartílago de la articulación de la rodilla.

La superficie posterior no articular del cóndilo medial tiene un surco horizontal marcado y por debajo de la superficie del cóndilo lateral existe una carilla articular clara para articularse con la cabeza proximal del peroné.

La región intercondílea de la meseta tibial se dispone entre las superficies articulares de los cóndilos medial y lateral (fig. 6.53). Es estrecha a nivel central, donde se eleva para formar la **eminencia intercondílea,** cuyos lados están más elevados para formar los tubérculos intercondíleos medial y lateral.

La región intercondílea tiene seis carillas diferentes para la inserción de los meniscos y los ligamentos cruzados. El área intercondílea anterior se ensancha a nivel anterior y tiene tres carillas:

- La carilla más anterior es para la inserción del extremo anterior (asta) del menisco medial.
- Inmediatamente posterior a la carilla más anterior hay una carilla para la inserción del ligamento cruzado anterior.
- Una pequeña carilla para la inserción del extremo anterior (asta) del menisco lateral está justo lateral a la zona de inserción del ligamento cruzado anterior.

El área intercondílea posterior también tiene tres carillas para inserciones:

- La más anterior es para la inserción del asta posterior del menisco lateral.
- Posteromedial a la carilla más anterior está la zona de inserción para el asta posterior del menisco medial.
- Por detrás de la zona de inserción para el asta posterior del menisco medial se encuentra la carilla más grande para la inserción del extremo distal del ligamento cruzado posterior.

Además de estas seis zonas de inserción de los meniscos y ligamentos cruzados, una gran región anterolateral del área intercondílea anterior es rugosa y está perforada por numerosos pequeños agujeros nutricios para los vasos sanguíneos. Esta región se continúa con una superficie similar, situada delante de la tibia por encima de la tuberosidad, y se dispone contra el tejido conjuntivo infrarrotuliano.

Tuberosidad tibial

La **tuberosidad tibial** es un área triangular invertida palpable, situada sobre la cara anterior de la tibia por debajo de

la zona de unión entre los dos cóndilos (fig. 6.53). Constituye la zona de inserción del **ligamento rotuliano,** que es una continuación del tendón del cuádriceps femoral por debajo de la rótula.

Diáfisis de la tibia

La diáfisis de la tibia tiene una sección triangular, tres superficies (posterior, medial y lateral) y tres bordes (anterior, interóseo y medial) (fig. 6.53D):

- El **borde anterior** es agudo y desciende desde la tuberosidad tibial, donde se continúa a nivel superior con una cresta que pasa a lo largo del borde lateral de la tuberosidad y hacia el cóndilo lateral.
- El **borde interóseo** es una suave cresta vertical que desciende a lo largo de la cara lateral de la tibia desde la región del hueso anterior e inferior a la carilla articular para la cabeza del peroné.
- El borde medial es poco definido a nivel superior, donde comienza en el extremo anterior del surco en la superficie posterior del cóndilo tibial medial, pero está afilado en la mitad de la diáfisis.

La gran **superficie medial** de la diáfisis de la tibia, entre los bordes anterior y medial, es lisa y subcutánea, y resulta palpable a lo largo de casi toda su extensión. Medial y algo inferior a la tuberosidad tibial, esta superficie medial tiene una leve elevación alargada, ligeramente rugosa. Esta elevación es la zona de inserción combinada de tres músculos (sartorio, grácil y semitendinoso), que descienden desde el muslo.

La **superficie posterior** de la diáfisis de la tibia, entre los bordes interóseo y medial, es más ancha a nivel superior, donde se cruza por una línea oblicua rugosa (la **línea del músculo sóleo**).

La **superficie lateral,** entre los bordes anterior e interóseo, es lisa y no tiene características especiales.

Extremo proximal del peroné

El peroné es el hueso lateral de la pierna y no forma parte de la articulación de la rodilla ni soporta el peso. Es mucho menor que la tibia y tiene una cabeza proximal pequeña, un cuello estrecho y una diáfisis fina, que acaba en el maléolo lateral del tobillo.

La **cabeza** del peroné es una expansión globular en el extremo proximal del peroné (fig. 6.54). Una carilla circular situada sobre la cara superomedial se articula por encima con una carilla similar situada sobre la cara inferior del cóndilo medial de la tibia. Justo posterolateral a esta carilla, el hueso se proyecta hacia arriba en forma de apófisis estiloides roma.

La superficie lateral de la cabeza del peroné tiene una gran impresión para la inserción del músculo bíceps femoral. Una depresión cercana al borde superior de esta impresión es para la inserción del ligamento colateral peroneo de la articulación de la rodilla.

El **cuello** del peroné separa la cabeza expandida de la **diáfisis.** El nervio peroneo común se dispone contra la cara posterolateral del cuello.

Como la tibia, la diáfisis del peroné tiene tres bordes (anterior, posterior e interóseo) y tres superficies (lateral, posterior y medial), que se disponen entre los bordes (fig. 6.54):

- El **borde anterior** es agudo en la mitad de la diáfisis y comienza a nivel superior en la cara anterior de la cabeza.
- El **borde posterior** es redondeado y desciende desde la región de la apófisis estiloides de la cabeza.
- El **borde interóseo** tiene una posición medial.

Las tres superficies del peroné se asocian con tres compartimentos musculares (lateral, posterior y anterior) de la pierna.

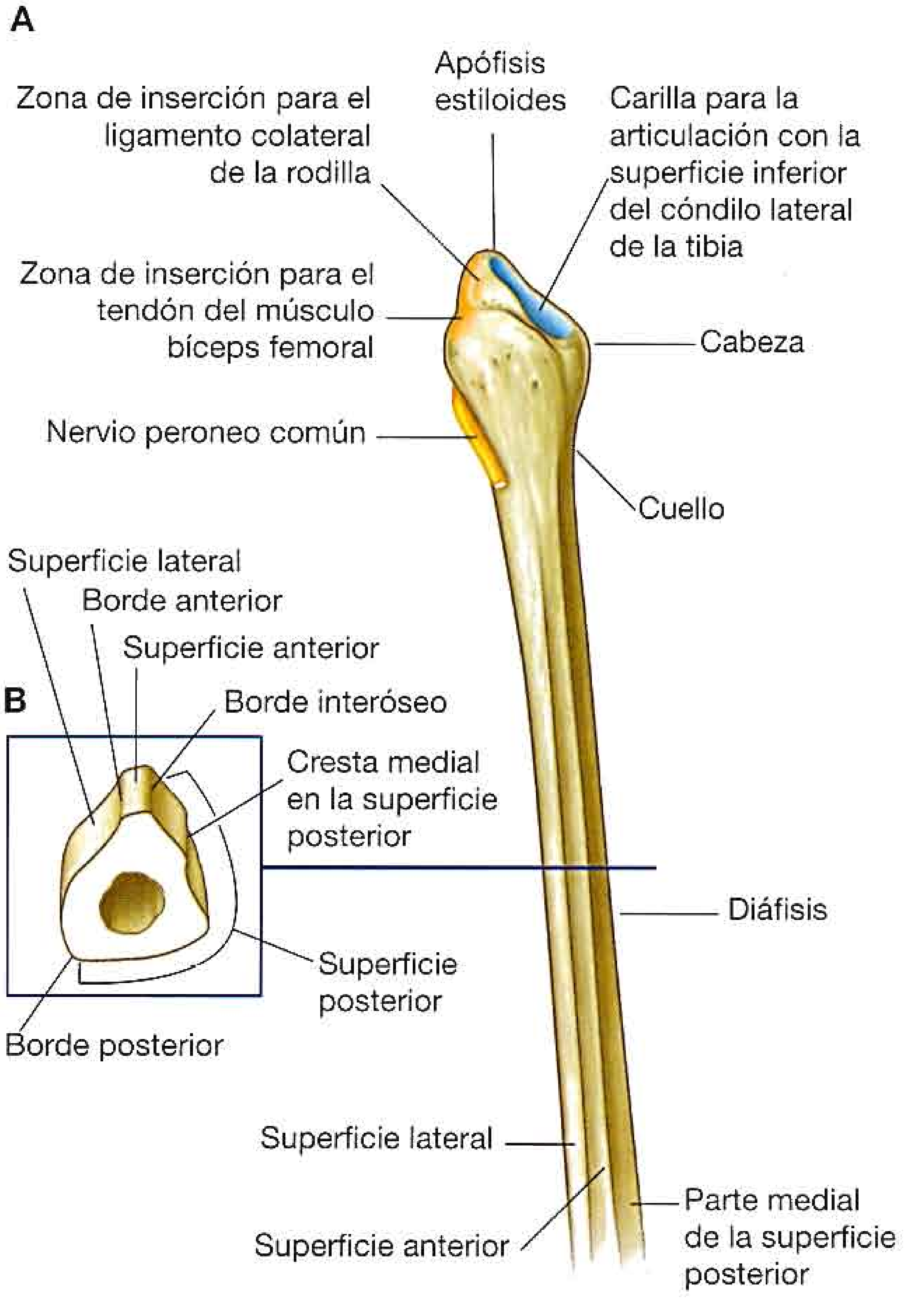


Fig. 6.54 Extremo proximal del peroné. **A.** Vista anterior. **B.** Sección transversal de la diáfisis del peroné.

Músculos

Los músculos del muslo se disponen en tres compartimentos separados por tabiques intermusculares (fig. 6.55).

El **compartimento anterior del muslo** contiene los músculos sartorio y los cuatro grandes músculos del cuádriceps femoral (recto femoral, vasto lateral, vasto medial y vasto intermedio). Todos están inervados por el nervio femoral. Además, los extremos terminales de los músculos psoas mayor e ilíaco pasan a la parte superior del compartimento anterior desde su zona de origen, situada en la pared abdominal posterior. Estos músculos están inervados por ramos que surgen directamente de los ramos anteriores de L1 a L3 (psoas mayor) o del nervio femoral (ilíaco) a su paso hacia la pared abdominal.

El **compartimento medial del muslo** contiene cinco músculos (grácil, pectíneo, aductor largo, aductor corto y aductor mayor). Todos éstos (excepto el pectíneo, que está inervado por el nervio femoral, y parte del aductor mayor, inervado por el nervio ciático) están inervados por el nervio obturador.

El **compartimento posterior del muslo** contiene tres grandes músculos, denominados «isquiotibiales». Todos están inervados por el nervio ciático.

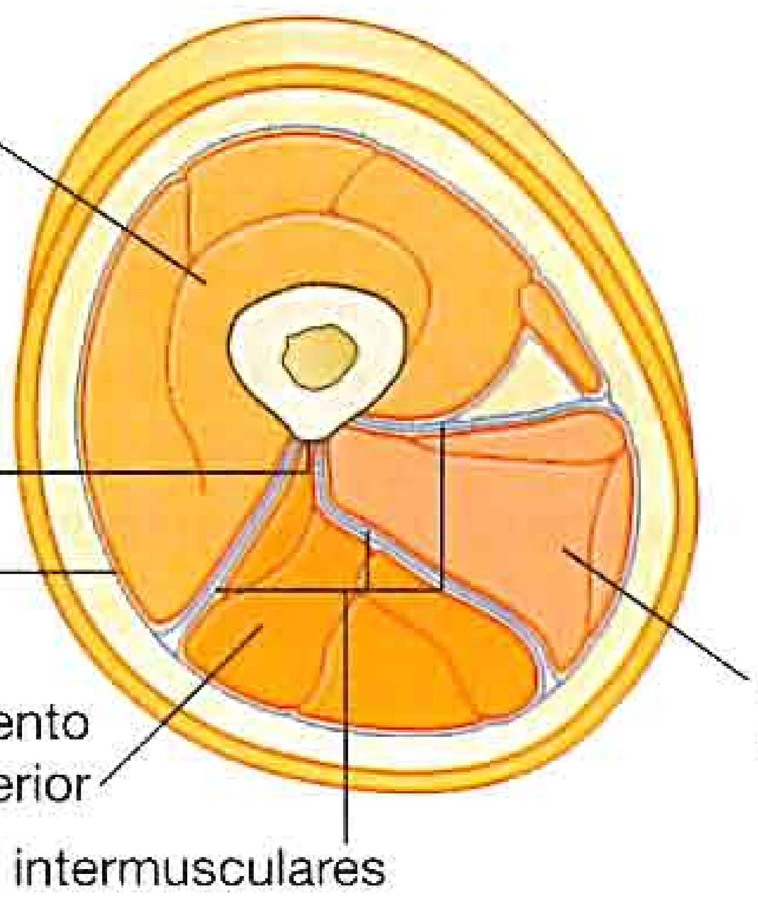


Fig. 6.55 Sección transversal a través de la zona media del muslo.

Compartimento anterior

Los músculos del compartimento anterior (tabla 6.3) actúan sobre las articulaciones de la cadera y de la rodilla:

- El psoas mayor y el ilíaco actúan sobre la articulación de la cadera.
- El sartorio y el recto femoral actúan sobre las articulaciones de la cadera y de la rodilla.
- Los músculos vastos actúan sobre la articulación de la rodilla.

Tabla 6.3 Músculos del compartimento anterior del muslo (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Psoas mayor	Pared abdominal posterior (apófisis lumbares transversas, discos intervertebrales y cuerpos adyacentes de T12 a LV y arcos tendinosos entre estos puntos)	Trocánter menor del fémur	Ramos anteriores de **L1, L2, L3**	Flexiona el muslo en la articulación de la cadera
Ilíaco	Pared abdominal posterior (fosa ilíaca)	Trocánter menor del fémur	Nervio femoral (**L2**, L3)	Flexiona el muslo en la articulación de la cadera
Vasto medial	Fémur: parte medial de la línea intertrocantérica, línea pectínea, labio medial de la línea áspera, línea supracondílea medial	Tendón del cuádriceps femoral y borde medial de la rótula	Nervio femoral (L2, **L3, L4**)	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla
Vasto intermedio	Fémur: dos tercios superiores de las superficies anterior y lateral	Tendón del cuádriceps femoral y borde lateral de la rótula	Nervio femoral (L2, **L3, L4**)	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla
Vasto lateral	Fémur: parte lateral de la línea intertrocantérica, borde del trocánter mayor, borde lateral de la tuberosidad glútea, labio lateral de la línea áspera	Tendón del cuádriceps femoral	Nervio femoral (L2, **L3, L4**)	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla
Recto femoral	La cabeza recta se origina en la espina ilíaca anteroinferior; la cabeza refleja se origina en el ilion justo por encima del acetábulo.	Tendón del cuádriceps femoral	Nervio femoral (L2, **L3, L4**)	Flexiona el muslo en la articulación de la cadera y extiende la pierna en la articulación de la rodilla
Sartorio	Espina ilíaca anterosuperior	Superficie anterior de la tibia justo inferolateral a la tuberosidad tibial	Nervio femoral (L2, L3)	Flexiona el muslo en la articulación de la cadera y flexiona la pierna en la articulación de la rodilla

Iliopsoas: psoas mayor e ilíaco

Los **músculos psoas mayor** e **ilíaco** (v. págs. 315-317) se originan en la pared abdominal posterior y descienden en la parte superior del compartimento anterior del muslo a través de la mitad lateral del espacio existente entre el ligamento inguinal y el hueso pélvico (fig. 6.56).

Aunque el ilíaco y el psoas mayor se originan como músculos separados en el abdomen, ambos se insertan mediante un tendón común en el trocánter menor del fémur y se les suele denominar **músculo iliopsoas.**

El iliopsoas es un potente flexor del muslo en la articulación de la cadera y también puede contribuir a la rotación lateral del muslo. El psoas mayor está inervado por ramos de los ramos anteriores de L1 a L3 y el ilíaco por ramos del nervio femoral en el abdomen.

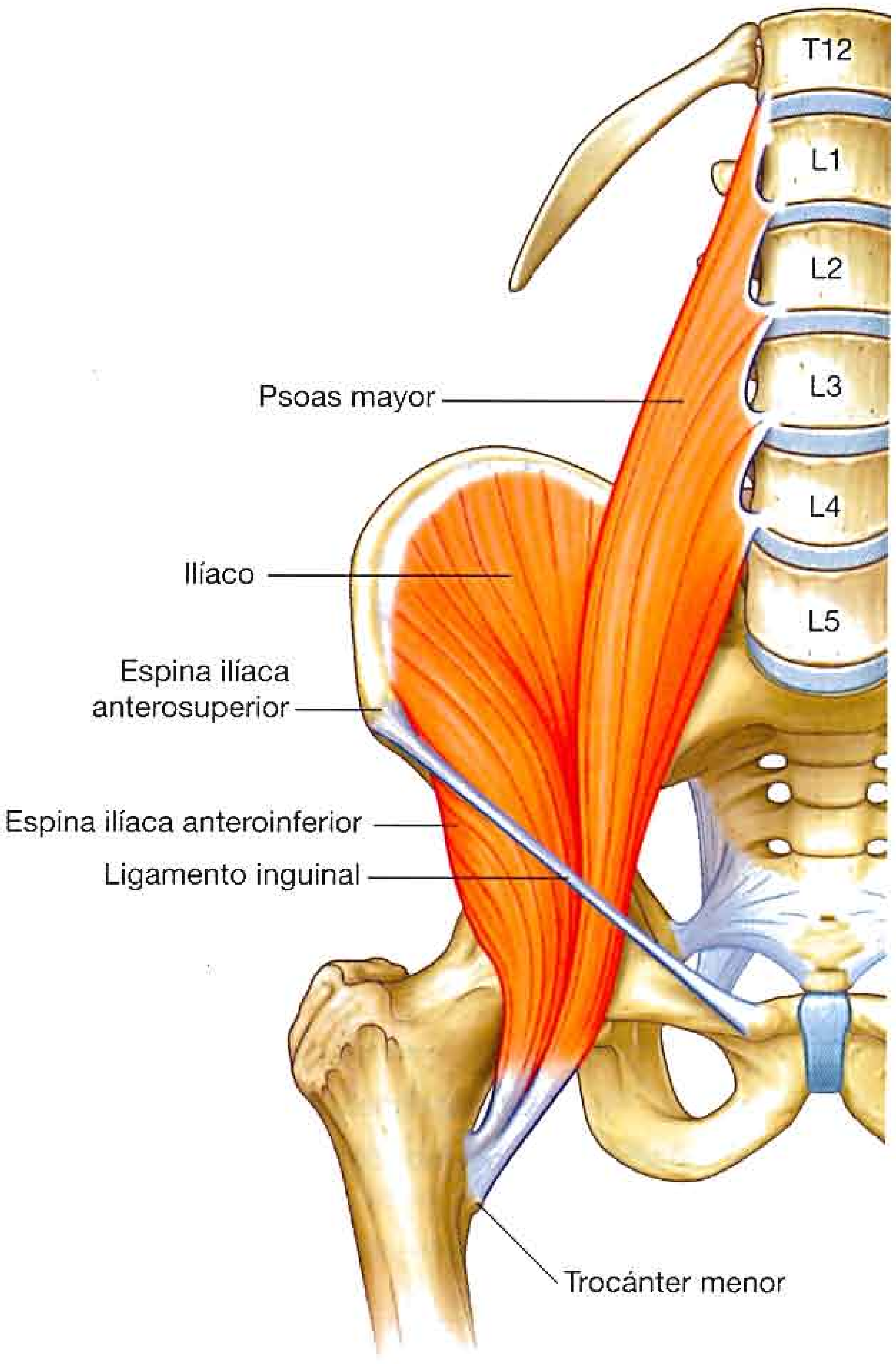


Fig. 6.56 Músculos psoas mayor e ilíaco.

Cuádriceps femoral: vastos medial, intermedio y lateral, y recto femoral

El gran músculo **cuádriceps femoral** consta de tres músculos vastos (vasto medial, vasto intermedio y vasto lateral) y del músculo recto femoral (fig. 6.57).

El músculo cuádriceps femoral sobre todo extiende la pierna y la articulación de la rodilla, pero el componente del recto femoral también ayuda en la flexión del muslo en la articulación de la cadera. Debido a que los músculos vastos se insertan en los bordes de la rótula, así como en el tendón del cuádriceps femoral, estabilizan la posición de la rótula durante el movimiento de articulación de la rodilla. *El cuádriceps femoral está inervado por el nervio femoral, con contribuciones sobre todo de los segmentos espinales L3 y L4. Un «pequeño golpe» con un martillo de reflejos sobre el ligamento rotuliano explora, por tanto, la actividad refleja principalmente en los niveles medulares L3 y L4.*

Músculos vastos

Los músculos vastos se originan en el fémur, mientras que el músculo recto femoral se origina en el hueso pélvico. Todos se insertan primero en la rótula mediante el tendón del cuádriceps femoral, y después en la tibia mediante el **ligamento rotuliano.**

El **vasto medial** se origina a partir de una línea continua de inserción en el fémur, que comienza a nivel anteromedial sobre la línea intertrocantérica, continúa a nivel posteroinferior a lo largo de la línea pectínea y después desciende a lo largo del labio medial de la línea áspera y hacia la línea supracondílea medial. Las fibras convergen en la cara medial del tendón del cuádriceps femoral y del borde medial de la rótula (fig. 6.57).

El **vasto intermedio** se origina sobre todo en los dos tercios superiores de las superficies anterior y lateral del fémur, así como en el tabique intermuscular adyacente. Se funde en la cara profunda del tendón del cuádriceps femoral y también se inserta en el borde lateral de la rótula.

Un diminuto músculo (el **músculo articular de la rodilla**) se origina en el fémur justo por debajo del origen del vasto intermedio y se inserta en la bolsa suprarrotuliana asociada con la articulación de la rodilla (fig. 6.57). Este músculo articular, que suele formar parte del músculo vasto intermedio, tira de la bolsa alejándola de la articulación de la rodilla durante la extensión.

El **vasto lateral** es el mayor de los músculos vastos. Se origina en una línea continua de inserción que comienza a nivel anterolateral en la línea intertrocantérica del fémur, después rodea en sentido lateral el hueso para insertarse en el borde lateral de la tuberosidad glútea y continúa hacia abajo, siguiendo la parte superior del labio lateral de la línea áspera. Las fibras musculares convergen principalmente en el tendón rotuliano y en el borde lateral de la rótula.

Recto femoral

Al contrario que los músculos vastos, que sólo cruzan la articulación de la rodilla, el músculo **recto femoral** cruza las articulaciones de la cadera y de la rodilla.

El recto femoral tiene dos cabezas tendinosas que se originan en el hueso pélvico:

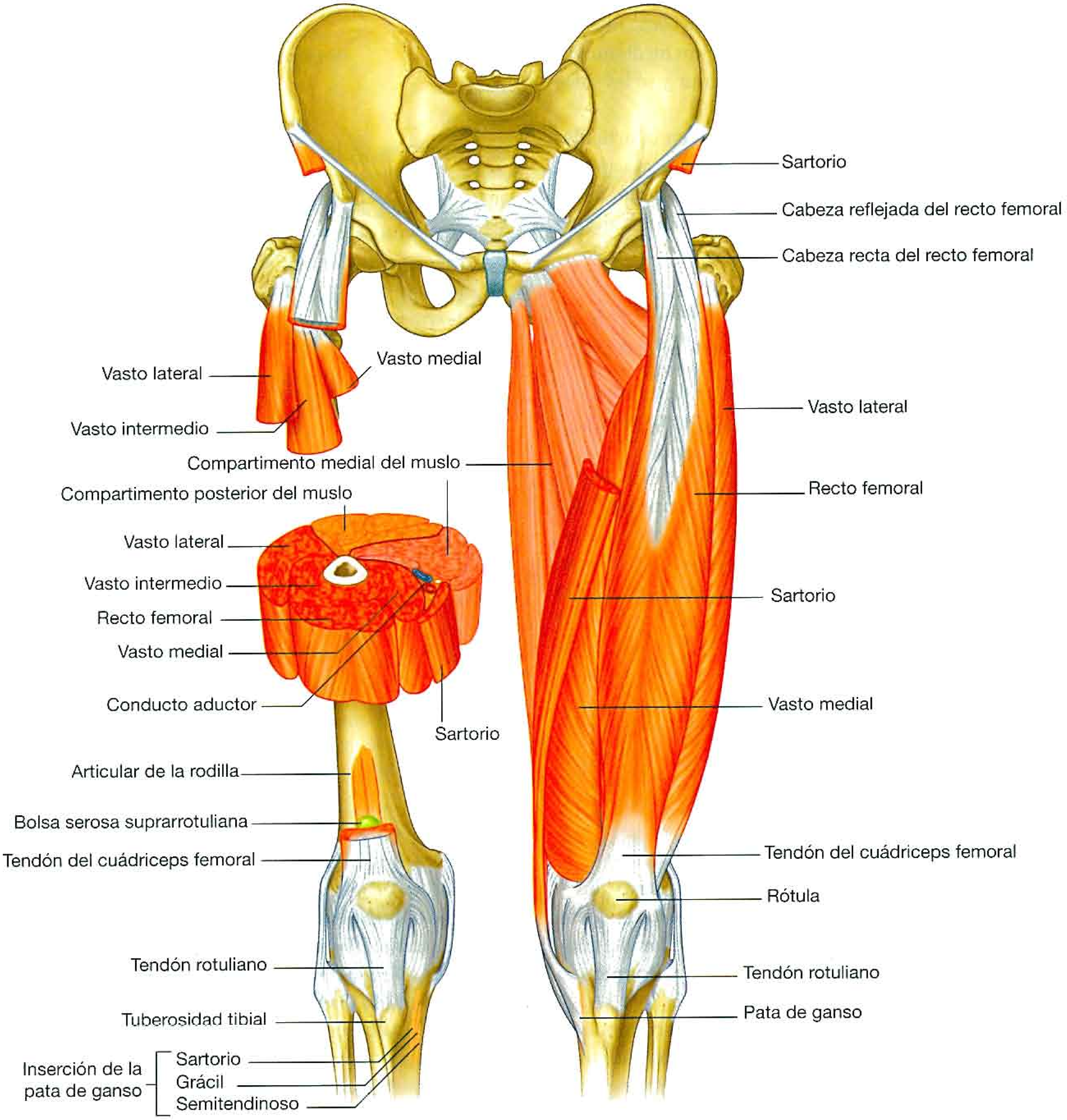


Fig. 6.57 Músculos del compartimento anterior del muslo.

- Una de la espina ilíaca anteroinferior **(cabeza recta)**.
- La otra de un área rugosa del ilion inmediatamente superior al acetábulo **(cabeza refleja)** (fig. 6.57).

Las dos cabezas del recto femoral se unen para formar un vientre muscular alargado que se dispone por delante del músculo vasto intermedio y entre el vasto lateral y el vasto medial, a los cuales se une en cada lado. En el extremo distal, el músculo recto femoral converge en el tendón del cuádriceps femoral y se inserta en la base de la rótula.

Ligamento rotuliano

El ligamento rotuliano es la continuación funcional del tendón del cuádriceps femoral por debajo de la rótula y se inserta por encima al vértice y bordes de la rótula, y por debajo a la tuberosidad tibial (fig. 6.57). Las fibras más superficiales del tendón del cuádriceps femoral y del ligamento rotuliano se continúan sobre la superficie anterior de la rótula, y las fibras laterales y mediales lo hacen a los lados de la rótula.

Sartorio

El músculo **sartorio** es el más superficial del compartimento anterior del muslo. Es un músculo largo en forma de cinta que desciende oblicuamente a través del muslo desde la espina ilíaca anterosuperior hasta la superficie medial de la porción proximal de la diáfisis de la tibia (fig. 6.57). Su inserción aponeurótica plana en la tibia es inmediatamente anterior a la inserción de los músculos grácil y semitendinoso.

Los músculos sartorio, grácil y semitendinoso se insertan en la tibia en un patrón de tres puntas, de forma que a sus tendones combinados de inserción se les suele denominar **pata de ganso** (en latín *pes anserinus*).

En el tercio superior del muslo, el borde medial del sartorio forma el borde lateral del triángulo femoral.

En el tercio medio del muslo, el sartorio constituye la pared anterior del conducto de los aductores.

El músculo sartorio ayuda a flexionar el muslo en la articulación de la cadera y la pierna en la articulación de la rodilla. También abduce el muslo y lo rota en sentido lateral, como cuando se apoya el pie sobre la rodilla opuesta al sentarse.

El sartorio está inervado por el nervio femoral.

Compartimento medial

Existen seis músculos en el compartimento medial del muslo (tabla 6.4): grácil, pectíneo, aductor largo, aductor corto, aductor mayor y obturador externo (fig. 6.56). Todos estos músculos, excepto el obturador externo, aducen principalmente el muslo en la articulación de la cadera; el aductor largo y el mayor también pueden rotar en sentido medial el muslo. El obturador externo es un rotador lateral del muslo en la articulación de la cadera.

Tabla 6.4 Músculos del compartimento medial del muslo (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Grácil	Una línea sobre las superficies externas del cuerpo del pubis, la rama inferior del pubis y la rama del isquion	Superficie medial de la porción proximal de la diáfisis de la tibia	Nervio obturador (**L2**, L3)	Aduce el muslo en la articulación de la cadera y flexiona la pierna en la articulación de la rodilla
Pectíneo	Línea pectínea y hueso adyacente de la pelvis	Línea oblicua que se extiende desde la base del trocánter menor hasta la línea áspera sobre la superficie posterior de la porción proximal del fémur	Nervio femoral (**L2**, L3)	Aduce y flexiona el muslo en la articulación de la cadera
Aductor largo	Superficie externa del cuerpo del pubis (depresión triangular inferior a la cresta púbica y lateral a la sínfisis púbica)	Línea áspera en el tercio medio de la diáfisis del fémur	Nervio obturador (división anterior) (**L2**, L3, L4)	Aduce y rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera
Aductor corto	Superficie externa del cuerpo del pubis y rama inferior del pubis	Superficie posterior de la porción proximal del fémur y tercio superior de la línea áspera	Nervio obturador (L2, L3)	Aduce el muslo en la articulación de la cadera
Aductor mayor	Parte aductora: rama isquiopúbica	Superficie posterior de la porción proximal del fémur, línea áspera, línea supracondílea medial	Nervio obturador (**L2, L3, L4**)	Aduce y rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera
	Parte isquiotibial: tuberosidad isquiática	Tubérculo aductor y línea supracondílea	Nervio ciático (división tibial) (**L2, L3, L4**)	
Obturador externo	Superficie externa de la membrana obturatriz y hueso adyacente	Fosa trocantérica	Nervio obturador (división posterior) (L3, **L4**)	

Grácil

El **grácil** es el más superficial de los músculos del compartimento medial del muslo y desciende casi en vertical hacia la cara medial del muslo (fig. 6.58). Se inserta por encima a la superficie externa de la rama isquiopúbica del hueso pélvico, y por debajo, a la superficie medial de la porción proximal de la diáfisis de la tibia, donde se dispone entre el tendón de sartorio por delante y el tendón del semitendinoso por detrás.

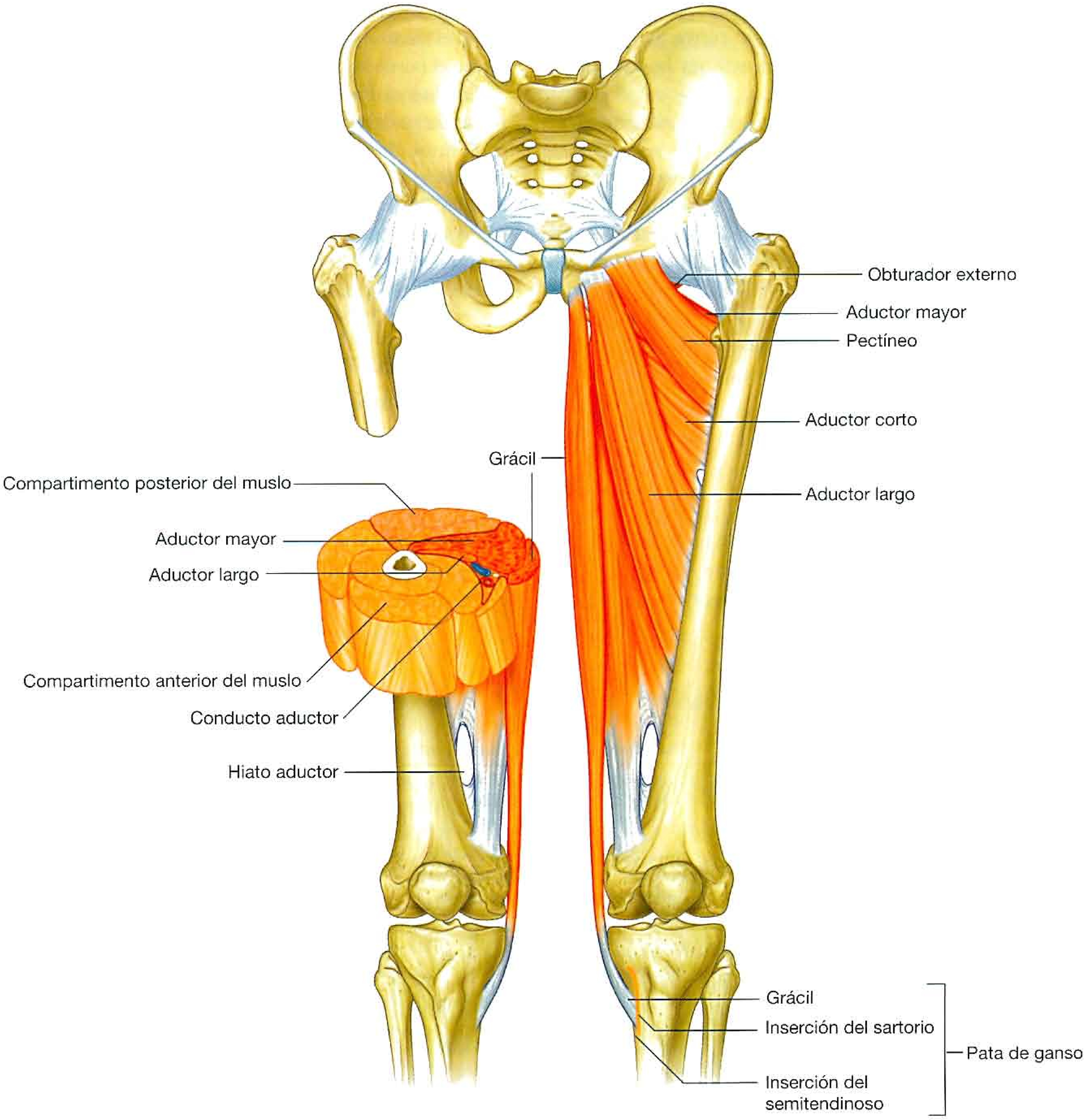


Fig. 6.58 Músculos del compartimento medial del muslo. Vista anterior.

Pectíneo

El **pectíneo** es un músculo cuadrangular plano (fig. 6.59). Se inserta a nivel superior a la línea pectínea del hueso pélvico y al hueso adyacente, y desciende a nivel lateral para insertarse en una línea oblicua que se extiende desde la base del trocánter menor hasta la línea áspera situada en la superficie posterior de la porción proximal del fémur.

Desde su origen en el hueso pélvico, el pectíneo pasa al interior del muslo por debajo del ligamento inguinal y forma parte del suelo de la mitad medial del triángulo femoral.

El pectíneo aduce y flexiona el muslo en la articulación de la cadera y está inervado por el nervio femoral.

Aductor largo

El **aductor largo** es un músculo plano en forma de abanico que se origina en una pequeña área triangular rugosa situada en la superficie externa del cuerpo del pubis, justo por debajo de la cresta púbica y lateral a la sínfisis del pubis (fig. 6.59). Se expande a medida que desciende en sentido posterolateral para insertarse mediante una aponeurosis en el tercio medio de la línea áspera.

El aductor largo contribuye a formar el suelo del triángulo femoral, y su borde medial constituye el borde medial del triángulo femoral. El músculo también conforma la pared posterior proximal del conducto de los aductores, que contiene la arteria femoral.

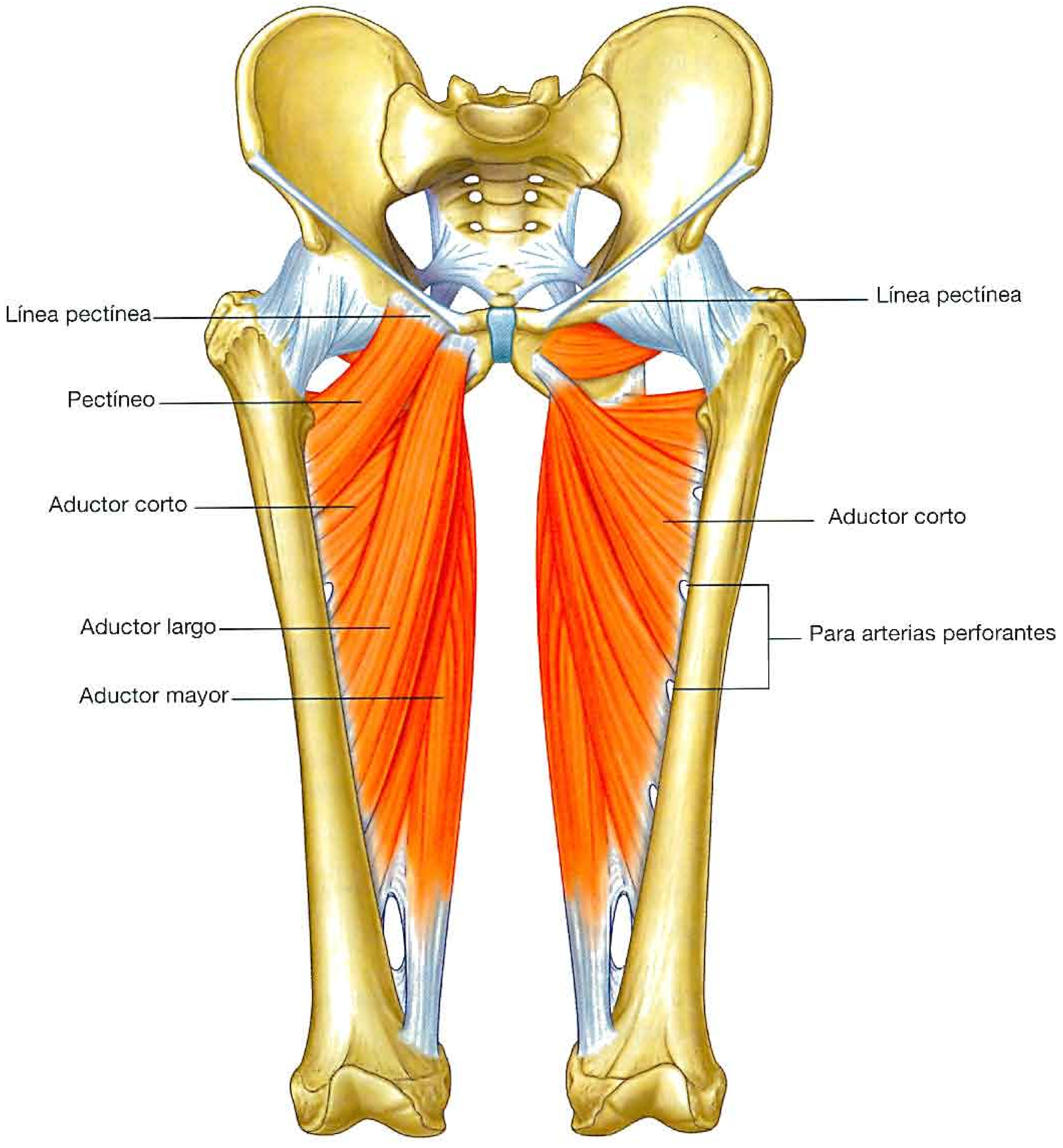


Fig. 6.59 Músculos pectíneo, aductor largo y aductor corto. Vista anterior.

El aductor largo aduce y rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera y está inervado por la división anterior del nervio obturador.

Aductor corto

El **aductor corto** se dispone por detrás del pectíneo y del aductor largo. Es un músculo triangular, insertado en su vértice al cuerpo del pubis y la rama púbica inferior, justo superior al origen del músculo grácil (fig. 6.59). La base expandida del músculo se inserta mediante una aponeurosis a una línea vertical que se extiende desde la zona lateral a la inserción del pectíneo hasta la cara superior de la línea áspera lateral a la inserción del aductor largo.

El aductor corto aduce el muslo en la cadera y está inervado por el nervio obturador.

Aductor mayor

El **aductor mayor** es el músculo más grande y profundo del compartimento medial del muslo (fig. 6.60). El músculo forma la pared posterior distal del conducto de los aductores. Como los músculos aductor largo y corto, el aductor mayor es un músculo triangular en forma de abanico, anclado por su vértice a la pelvis e insertado al fémur a través de su base expandida.

En la pelvis, el aductor mayor se inserta a lo largo de una línea que se extiende desde la rama púbica inferior, por encima de las inserciones de los músculos aductor largo y corto, y a lo largo de la rama del isquion a la tuberosidad isquiática. La parte del músculo que se origina en la rama isquiopúbica se expande en sentido lateral e inferior para insertarse en el fémur a lo largo de una línea vertical de inserción que se extiende desde justo por debajo del tubérculo cuadrado y medial a la tuberosidad glútea, a lo largo de la línea áspera y hacia la línea supracondílea medial. Esta parte lateral del músculo se suele denominar «parte aductora» del aductor mayor.

La parte medial del aductor mayor, a menudo llamada la «parte isquiotibial», se origina en la tuberosidad isquiática del hueso pélvico y desciende casi verticalmente a lo largo del muslo para insertarse mediante un tendón redondeado en el tubérculo aductor del cóndilo medial de la cabeza distal del fémur. También se inserta mediante una aponeurosis sobre la línea supracondílea medial. Un gran espacio circular existente por debajo, entre las partes isquiotibial y aductora del músculo, es el **hiato tendinoso o del aductor** (fig. 6.60), que permite a la arteria femoral y venas asociadas pasar entre el conducto de los aductores en la cara anteromedial del muslo y a la fosa poplítea posterior a la rodilla.

El aductor mayor aduce y rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera. La parte aductora del músculo está inervada por el nervio obturador y la parte isquiotibial por la división tibial del nervio ciático.

Obturador externo

El **obturador externo** es un músculo plano en forma de abanico. Su amplio cuerpo se inserta en la cara externa de la membrana obturatriz y al hueso adyacente (fig. 6.60). Las fibras musculares convergen a nivel posterolateral para formar un tendón que pasa por detrás de la articulación de la cadera y del cuello del fémur para insertarse en una depresión oval existente en la pared lateral de la fosa trocantérica.

El obturador externo rota en sentido lateral el muslo en la articulación de la cadera y está inervado por el ramo posterior del nervio obturador.

Fig. 6.60 Músculos aductor mayor y obturador externo. Vista anterior.

Tabla 6.5 Músculos del compartimento posterior del muslo (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Bíceps femoral	Cabeza larga: parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática; cabeza corta: labio lateral de la línea áspera	Cabeza del peroné	Nervio ciático (L5 a S2)	Flexiona la pierna en la articulación de la rodilla; extiende y rota en sentido lateral el muslo en la articulación de la cadera y rota en sentido lateral la pierna en la articulación de la rodilla
Semitendinoso	Parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática	Superficie medial de la porción proximal de la tibia	Nervio ciático (L5 a S2)	Flexiona la pierna en la articulación de la rodilla y extiende el muslo en la articulación de la cadera; rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera y la pierna en la articulación de la rodilla
Semimembranoso	Impresión superolateral en la tuberosidad isquiática	Surco y hueso adyacente en la superficie medial y posterior del cóndilo tibial medial	Nervio ciático (**L5**, S1, S2)	Flexiona la pierna en la articulación de la rodilla y extiende el muslo en la articulación de la cadera; rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera y la pierna en la articulación de la rodilla

Compartimento posterior

Existen tres músculos largos en el compartimento posterior del muslo: el bíceps femoral, el semitendinoso y el semimembranoso (tabla 6.5); a su conjunto se le conoce como «isquiotibiales» (fig. 6.61). Todos, excepto la cabeza corta del bíceps femoral, cruzan las articulaciones de la cadera y de la rodilla. Como grupo, los isquiotibiales flexionan la pierna en la articulación de la rodilla y extienden el muslo en la articulación de la cadera. También son rotadores de ambas articulaciones.

Bíceps femoral

El músculo **bíceps femoral** es lateral en el compartimento posterior del muslo y tiene dos cabezas (fig. 6.61):

- La **cabeza larga** se origina junto al músculo semitendinoso de la parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática.
- La **cabeza corta** surge del labio lateral de la línea áspera en la diáfisis del fémur.

El vientre muscular de la cabeza larga cruza la porción posterior del muslo de forma oblicua de medial a lateral y se une a la cabeza corta a nivel distal. Juntas, las fibras de las dos cabezas forman un tendón, que es palpable en la cara lateral de la porción distal del muslo. La parte principal del tendón se inserta en la superficie lateral de la cabeza del peroné. Las extensiones del tendón se fusionan con el ligamento colateral peroneo y con ligamentos asociados a la cara lateral de la articulación de la rodilla.

El bíceps femoral flexiona la pierna en la articulación de la rodilla. La cabeza larga también extiende y rota la cadera en sentido lateral. Cuando la rodilla está parcialmente flexionada, el bíceps femoral puede rotar en sentido lateral la pierna en la articulación de la rodilla.

La cabeza larga está inervada por la división tibial del nervio ciático y la cabeza corta por la división peronea común de dicho nervio.

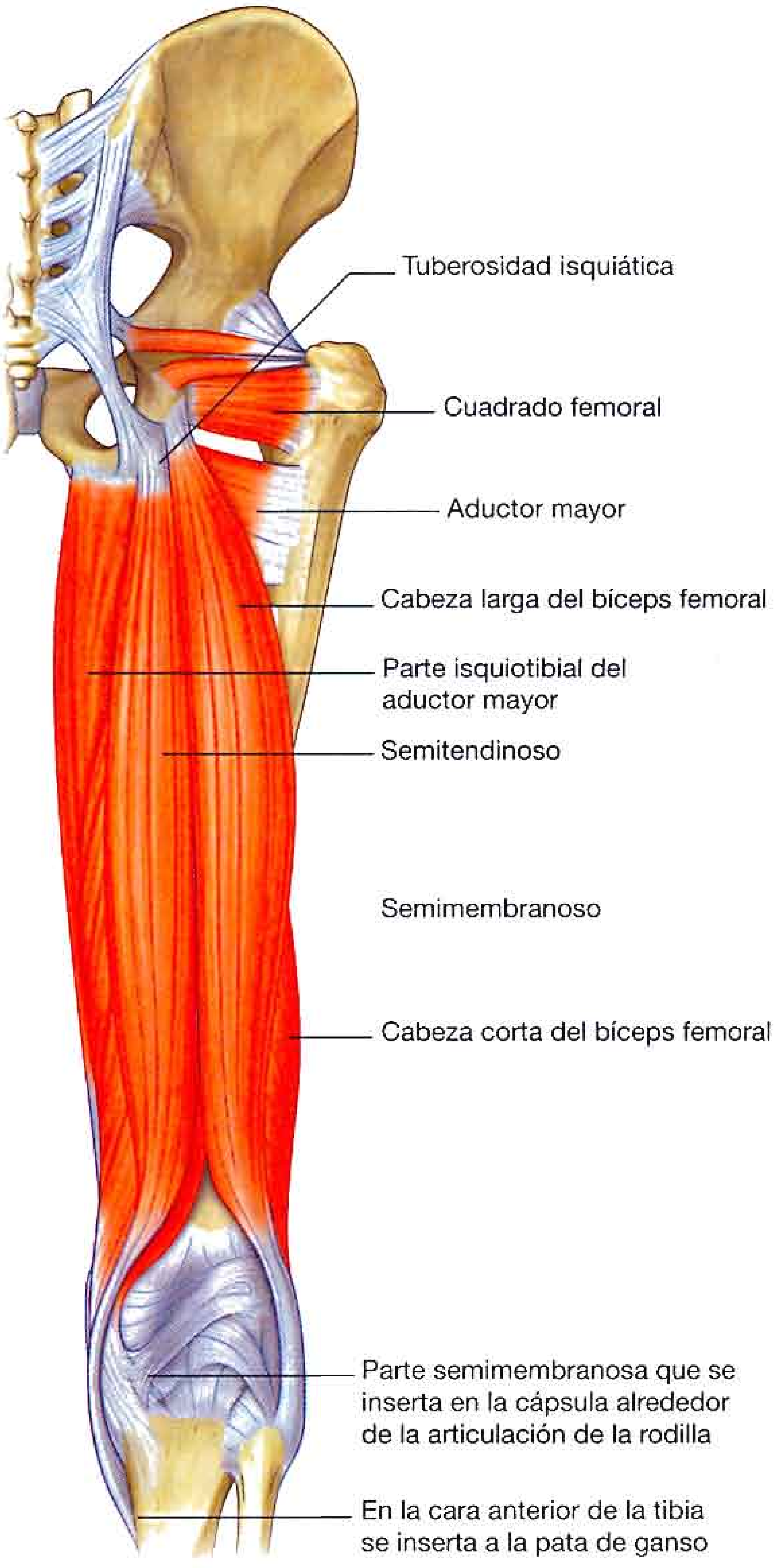


Fig. 6.61 Músculos del compartimento posterior del muslo. Vista posterior.

Semitendinoso

El músculo **semitendinoso** es medial al músculo bíceps femoral en el compartimento posterior del muslo (fig. 6.61). Se origina con la cabeza larga del músculo bíceps femoral en la parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática. Su vientre muscular fusiforme termina en la mitad inferior del muslo y origina un tendón largo en forma de cordón, que se dispone sobre el músculo semimembranoso y desciende a la rodilla. El tendón se curva alrededor del cóndilo medial de la tibia y se inserta en la superficie medial de la tibia, justo por detrás de los tendones de los músculos grácil y sartorio.

El semitendinoso flexiona la pierna en la articulación de la rodilla y extiende el muslo en la articulación de la cadera. Actuando junto al semimembranoso, también rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera y rota en sentido medial la pierna en la articulación de la rodilla.

El músculo semitendinoso está inervado por la división tibial del nervio ciático.

Semimembranoso

El músculo **semimembranoso** se dispone en profundidad respecto del músculo semitendinoso en el compartimento posterior del muslo (fig. 6.61). Se inserta por encima de la impresión superolateral en la tuberosidad isquiática y por debajo principalmente en el surco y hueso adyacentes de la superficie medial y posterior del cóndilo tibial medial. Las expansiones del tendón también se insertan y contribuyen a la formación de ligamentos y fascia que hay alrededor de la articulación de la rodilla.

El semimembranoso flexiona la pierna en la articulación de la rodilla y extiende el muslo en la articulación de la cadera. Actuando junto al músculo semitendinoso, rota en sentido medial el muslo en la articulación de la cadera y la pierna en la articulación de la rodilla.

El músculo semimembranoso está inervado por la división tibial del nervio ciático.

Arterias

En el muslo entran tres arterias: la femoral, la obturatriz y la glútea inferior. De ellas, la femoral es la más grande e irriga la mayor parte de la extremidad inferior. Las tres arterias contribuyen a una red anastomótica de vasos alrededor de la articulación de la cadera.

Arteria femoral

La arteria femoral es la continuación de la arteria ilíaca externa y comienza cuando ésta pasa bajo el ligamento inguinal para entrar en el triángulo femoral en la cara anterior de la porción superior del muslo (fig. 6.62). *La arteria femoral es palpable en el triángulo femoral justo por debajo del ligamento inguinal, a medio camino entre la espina ilíaca anterosuperior y la sínfisis del pubis.*

Conceptos prácticos

Lesiones musculares de la extremidad inferior

Las lesiones musculares pueden producirse por un traumatismo directo o como parte de un síndrome de uso excesivo.

Las lesiones musculares aparecen en ocasiones como pequeños desgarros musculares, que pueden demostrarse como regiones focales de líquidos dentro del músculo. Al aumentar la gravedad de las lesiones, se rompen más fibras musculares y esto puede provocar al final un rotura muscular completa. Los músculos del muslo que se suelen romper son el bíceps femoral y los músculos isquiotibiales. Las roturas musculares por debajo de la rodilla suelen aparecer dentro del músculo sóleo, aunque también pueden afectarse otros músculos.

La arteria femoral pasa en sentido vertical a través del triángulo femoral y después desciende hacia el muslo en el conducto femoral. Deja el conducto atravesando el hiato del aductor en el músculo aductor mayor y se convierte en la arteria poplítea por detrás de la rodilla.

Un grupo de cuatro pequeñas ramas **(arteria epigástrica superficial, arteria circunfleja ilíaca superficial, arteria pudenda externa superficial y arteria pudenda externa profunda)** se origina en la arteria femoral en el triángulo femoral e irriga las regiones cutáneas de la parte superior del muslo, la parte inferior del abdomen y el periné.

Arteria femoral profunda

La rama mayor de la arteria femoral en el muslo es la **arteria femoral profunda** (arteria profunda del muslo), que se origina en la cara lateral de la arteria femoral en el triángulo femoral y es la principal fuente de irrigación para el muslo (fig. 6.63). La arteria femoral profunda pasa inmediatamente:

- Al nivel posterior, entre los músculos pectíneo y el aductor largo, y después entre los músculos aductor largo y aductor corto.
- Después desciende entre el aductor largo y el aductor mayor, atravesando finalmente el aductor mayor para conectar con ramas de la arteria poplítea por detrás de la rodilla.

La arteria femoral profunda origina las ramas circunflejas femorales lateral y medial, y tres ramas perforantes.

Arteria circunfleja femoral lateral

La **arteria circunfleja femoral lateral** se origina normalmente a nivel proximal en la cara lateral de la arteria femoral

profunda, pero puede surgir directamente de la arteria femoral (fig. 6.63). Pasa en profundidad respecto del sartorio y del recto femoral, y se divide en tres ramas terminales:

- Un vaso **(rama ascendente)** asciende en sentido lateral en profundidad respecto del músculo tensor de la fascia lata y conecta con una rama de la arteria circunfleja femoral medial para formar un conducto, que rodea el cuello del fémur e irriga el cuello y la cabeza de este hueso.
- Un vaso **(rama descendente)** desciende en profundidad respecto del recto femoral, penetra en el músculo vasto lateral y conecta con una rama de la arteria poplítea cerca de la rodilla.
- Un vaso **(rama transversa)** pasa en sentido lateral hasta perforar el vasto lateral, y después rodea la parte proximal de la diáfisis del fémur para anastomosarse con ramas de la arteria circunfleja femoral medial, la arteria glútea inferior y la primera arteria perforante para formar las anastomosis cruzadas existentes alrededor de la cadera.

Arteria circunfleja femoral medial

La **arteria circunfleja femoral medial** se origina normalmente a nivel proximal en la cara posteromedial de la arteria femoral profunda, pero también puede tener origen en la arteria femoral (fig. 6.63). Pasa en sentido medial alrededor de la diáfisis del fémur, primero entre el pectíneo y el iliopsoas, y después entre los músculos obturador externo y aductor corto. Cerca del borde del aductor corto, el vaso origina una pequeña rama, que entra en la articulación de la cadera a través de la escotadura acetabular y se anastomosa con la rama acetabular de la arteria obturatriz.

El tronco principal de la arteria circunfleja femoral medial pasa sobre el borde superior del aductor mayor y se divide en dos ramas principales que discurren en profundidad respecto del músculo cuadrado femoral:

- Una rama asciende hasta la fosa trocantérica y conecta con ramas de las arterias glútea y circunfleja femoral lateral.
- La otra rama pasa en sentido lateral para participar con las ramas de la arteria circunfleja femoral lateral, la arteria glútea inferior y la primera arteria perforante en la formación de una red anastomótica de vasos alrededor de la cadera.

Arterias perforantes

Las tres **arterias perforantes** proceden de la arteria femoral profunda (fig. 6.63) cuando ésta desciende por delante del músculo aductor corto: la primera se origina por encima del músculo, la segunda por delante y la tercera por debajo del mismo. Las tres atraviesan el aductor mayor cerca de su inserción en la línea áspera para entrar e irrigar el compartimento posterior del muslo. Aquí, los vasos tienen ramas ascendentes y descendentes, que se interconectan para formar un conducto longitudinal. Este conducto participa por encima en la formación de la red anastomótica de vasos que rodea la cadera, y a nivel inferior se anastomosa con ramas de la arteria poplítea por detrás de la rodilla.

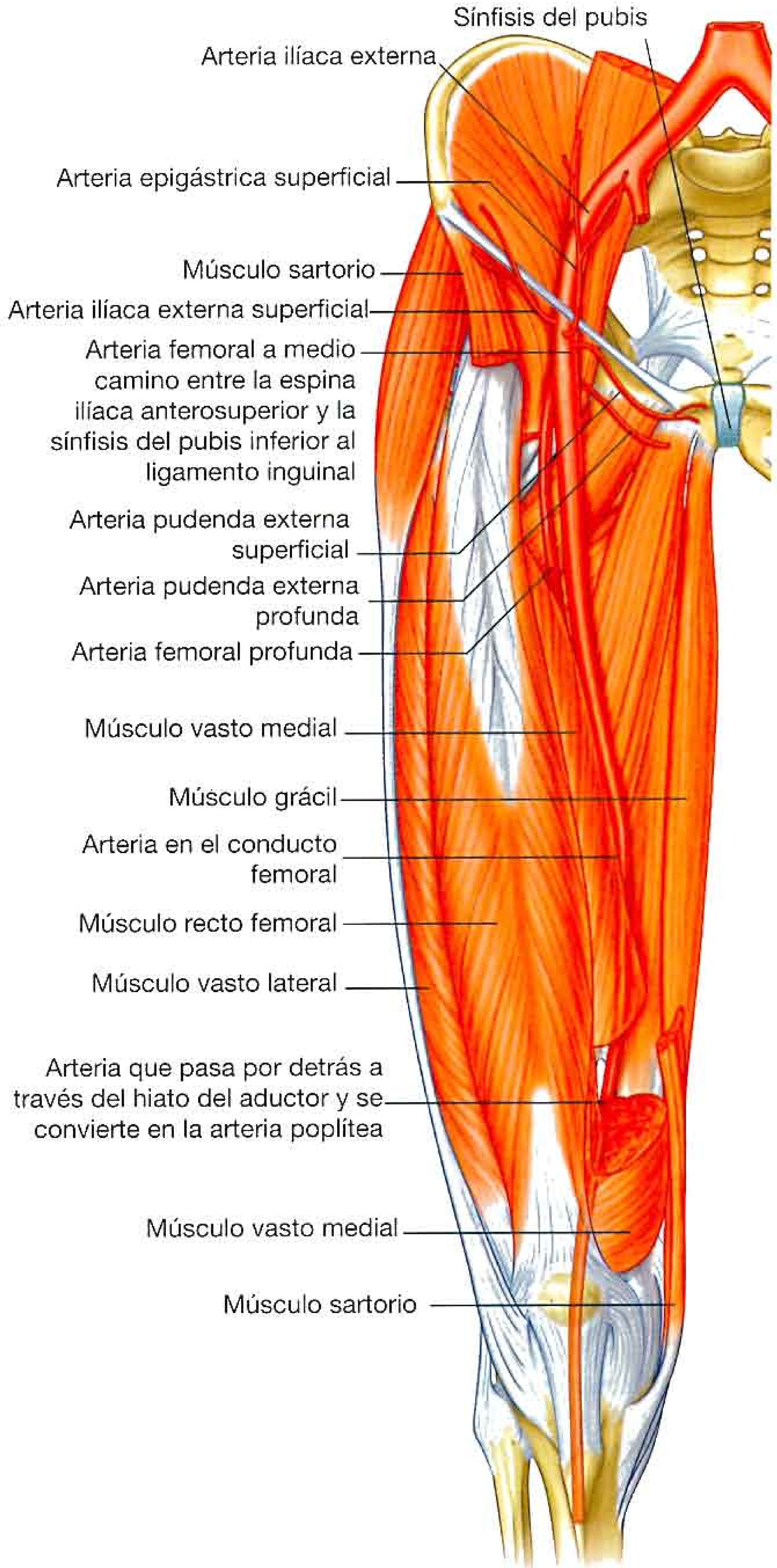


Fig. 6.62 Arteria femoral.

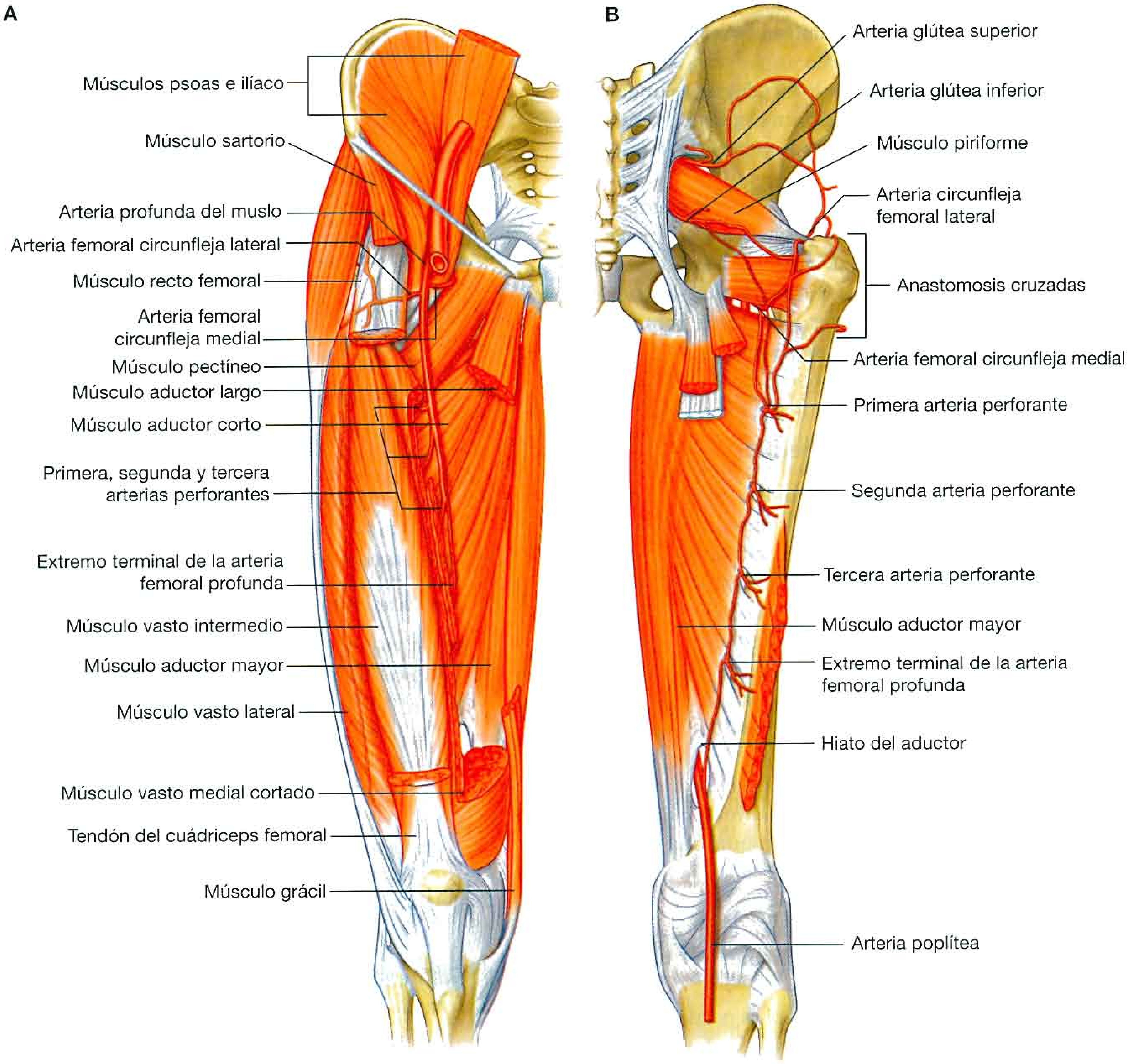


Fig. 6.63 Arteria femoral profunda. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterior.

Conceptos prácticos

Vasculopatía periférica

La vasculopatía periférica suele caracterizarse por un menor flujo sanguíneo en las piernas. Este trastorno puede deberse a estenosis (estrechamientos), oclusiones (bloqueos) o ambas en la porción inferior de la aorta, y los vasos ilíacos, femorales, tibiales y peroneos. Los pacientes suelen presentar isquemia crónica e isquemia «aguda sobre crónica» en la pierna.

Isquemia crónica de la pierna

La isquemia crónica de la pierna es un trastorno en el que los vasos han sufrido cambios ateromatosos y hay a menudo un estrechamiento luminal significativo (habitualmente mayor del 50%). La mayoría de los pacientes con arteriopatía periférica tiene una arteriopatía generalizada (incluidas una enfermedad cardiovascular y cerebrovascular), que puede no provocar síntomas. Algunos de estos pacientes sufren una isquemia tan intensa que resulta amenazada la viabilidad de la extremidad **(isquemia crítica de la extremidad).**

El síntoma más frecuente de la isquemia crónica de la pierna es la **claudicación intermitente.** Los pacientes suelen presentar antecedentes de dolor que aparece en los músculos de la pantorrilla (habitualmente asociado con oclusión o estrechamiento de la arteria femoral) o de las nalgas (por lo general vinculado a la oclusión o estrechamiento de los segmentos aortoilíacos). El dolor experimentado en estos músculos suele ser como un calambre y aparece al caminar. El paciente descansa y es capaz de continuar caminando la misma distancia hasta que el dolor reaparece y deja de caminar como antes.

Las pruebas clínicas son la medida de la relación entre la presión sistólica en el brazo y en los vasos tibiales anterior y posterior **(el ITB, o índice de presión tobillo-braquial).** En una persona sana es 1. En los pacientes con claudicación intermitente puede reducirse a 0,6, y cuando la extremidad tiene una isquemia crítica puede ser de hasta 0,3.

Un número significativo de pacientes con claudicación intermitente mejora sin ninguna intervención. En algunos pacientes que presentan lo que parece una enfermedad progresiva se podrían realizar estudios adicionales, como por ejemplo ecografía dúplex y angiografía, para definir el nivel y grado de estenosis u oclusión con vistas al tratamiento.

El tratamiento puede consistir en un procedimiento de derivación quirúrgica o en la extirpación de la placa ateromatosa. Otro tratamiento, menos cruento, es la angioplastia radiológica, que se realiza accediendo a la arteria femoral e inflando un balón que remodela el interior del vaso, lo que restablece el flujo de la extremidad.

Isquemia aguda sobre crónica

En algunos pacientes con isquemia crónica de la extremidad, un acontecimiento agudo bloquea los vasos o reduce la irrigación en tal grado que resulta amenazada la viabilidad de la extremidad.

Arteria obturatriz

La **arteria obturatriz** se origina como una rama de la arteria ilíaca interna en la cavidad pélvica y entra en el compartimento medial del muslo a través del conducto obturador (fig. 6.64). Cuando pasa a través del conducto se bifurca en una **rama anterior** y una **rama posterior.** Juntas forman un conducto que rodea el borde de la membrana obturatriz y se dispone dentro de la inserción del músculo obturador externo.

Los vasos que surgen de las ramas anterior y posterior irrigan los músculos adyacentes y se anastomosan con las arterias glútea inferior y circunfleja femoral medial. Además, un vaso acetabular se origina en la rama posterior, entra en la articulación de la cadera a través de la escotadura acetabular y contribuye a irrigar la cabeza del fémur.

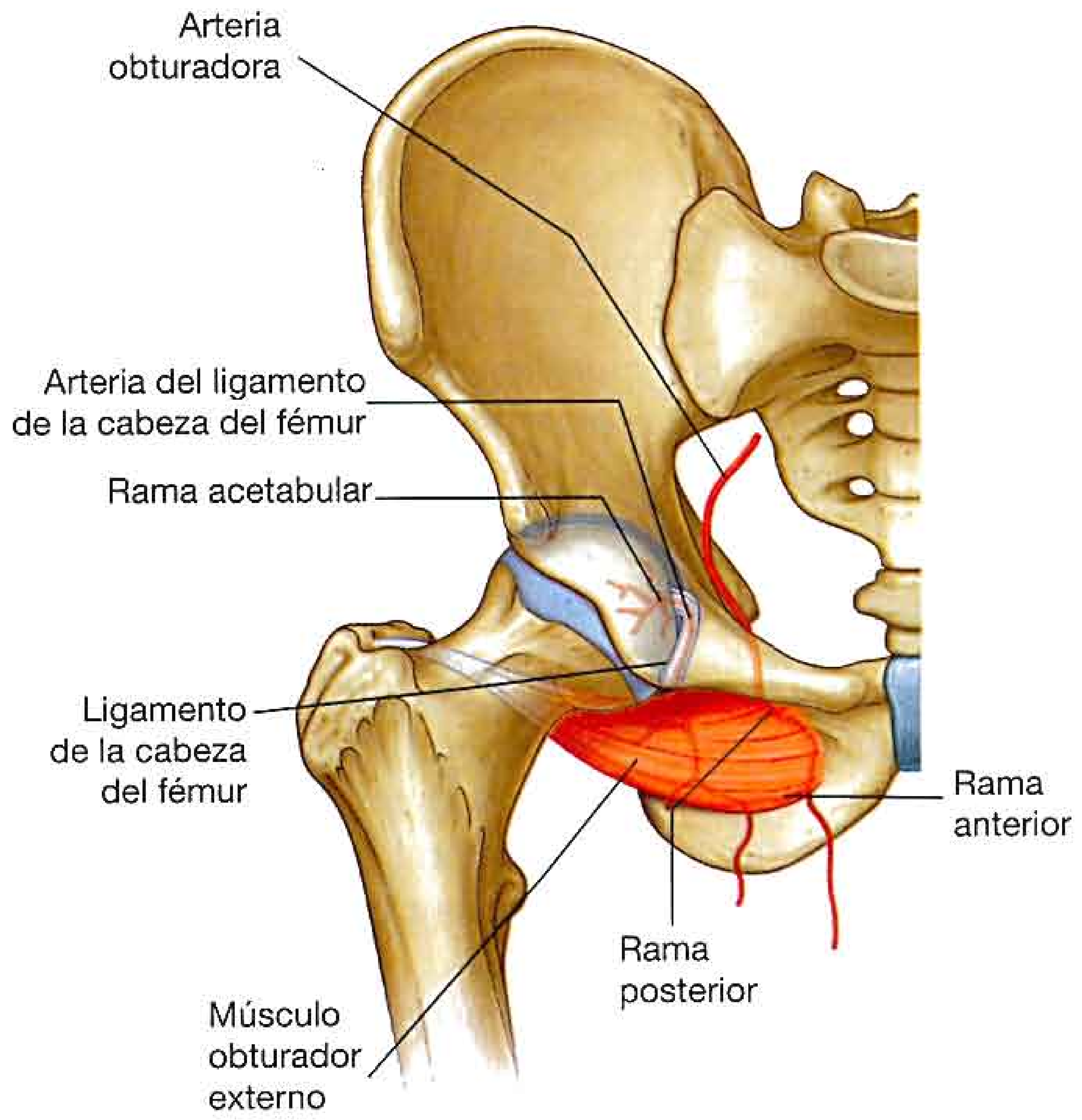


Fig. 6.64 Arteria obturatriz.

En ocasiones una pierna puede sufrir una isquemia aguda sin signos de enfermedad ateromatosa subyacente. En estos casos es probable que se haya embolizado un coágulo sanguíneo desde el corazón. Los pacientes con una valvulopatía mitral y fibrilación auricular tienden a sufrir una enfermedad embólica.

Isquemia crítica de la extremidad

La isquemia crítica de la extremidad aparece cuando la irrigación de la extremidad es tan escasa que su viabilidad se ve muy amenazada, y en este caso muchos pacientes acuden con gangrena, úlceras y un dolor intenso en reposo en el pie. Estos pacientes necesitan un tratamiento urgente, que puede ser en forma de reconstrucción quirúrgica, angioplastia radiológica o incluso amputación.

Venas

En el muslo existen venas superficiales y profundas. Las profundas suelen seguir a las arterias y tienen nombres similares. Las superficiales están en la fascia superficial, se conectan con las venas profundas y normalmente no se acompañan de arterias. La mayor de las venas superficiales del muslo es la vena safena mayor.

Vena safena mayor

La vena safena mayor se origina en un arco venoso situado en la cara dorsal del pie y asciende a lo largo de la cara medial de la extremidad inferior hasta la porción proximal del muslo (v. pág. 498). Desde allí atraviesa el anillo safeno en la fascia profunda que cubre la porción anterior del muslo para conectar con la vena femoral, situada en el triángulo femoral (v. pág. 502).

Nervios

Existen tres nervios principales en el muslo, cada uno de ellos asociado con uno de los tres compartimentos. El nervio femoral se vincula con el compartimento anterior del muslo. El nervio obturador con el compartimento medial, y el nervio ciático con el compartimento posterior del muslo.

Nervio femoral

El nervio femoral se origina en el plexo lumbar, situado en la pared abdominal posterior, y entra en el triángulo femoral del muslo pasando debajo del ligamento inguinal (fig. 6.65). En el triángulo femoral, el nervio femoral se dispone sobre la cara lateral de la arteria femoral y por fuera de la vaina femoral, que rodea los vasos.

Antes de entrar en el muslo, el nervio femoral da lugar a ramos para los músculos ilíaco y pectíneo.

Inmediatamente después de pasar por debajo del ligamento inguinal, el nervio femoral se divide en las divisiones anterior y posterior, que inervan los músculos del compartimento anterior del muslo, así como la piel situada sobre las caras anterior y medial del muslo, y sobre las caras mediales de la pierna y del pie.

Los ramos del nervio femoral (fig. 6.65) son:

- Ramos cutáneos anteriores, que atraviesan la fascia profunda para inervar la piel situada delante del muslo y la rodilla.
- Numerosos nervios motores, que inervan el músculo cuádriceps femoral (recto femoral, vasto lateral, vasto intermedio y vasto medial) y el músculo sartorio.
- Un nervio cutáneo largo, el nervio safeno, que inerva la piel hasta una zona tan distal como la cara medial del pie.

El **nervio safeno** acompaña a la arteria femoral a través del conducto femoral, pero no atraviesa el hiato del aductor con ella. En cambio, el nervio safeno penetra directamente a través del tejido conjuntivo cercano al final del conducto para aparecer entre los músculos sartorio y grácil en la cara medial de la rodilla. Aquí atraviesa la fascia profunda, continúa hacia abajo por la cara medial de la pierna hasta el pie, e inerva la piel de la cara medial de la rodilla, la pierna y el pie.

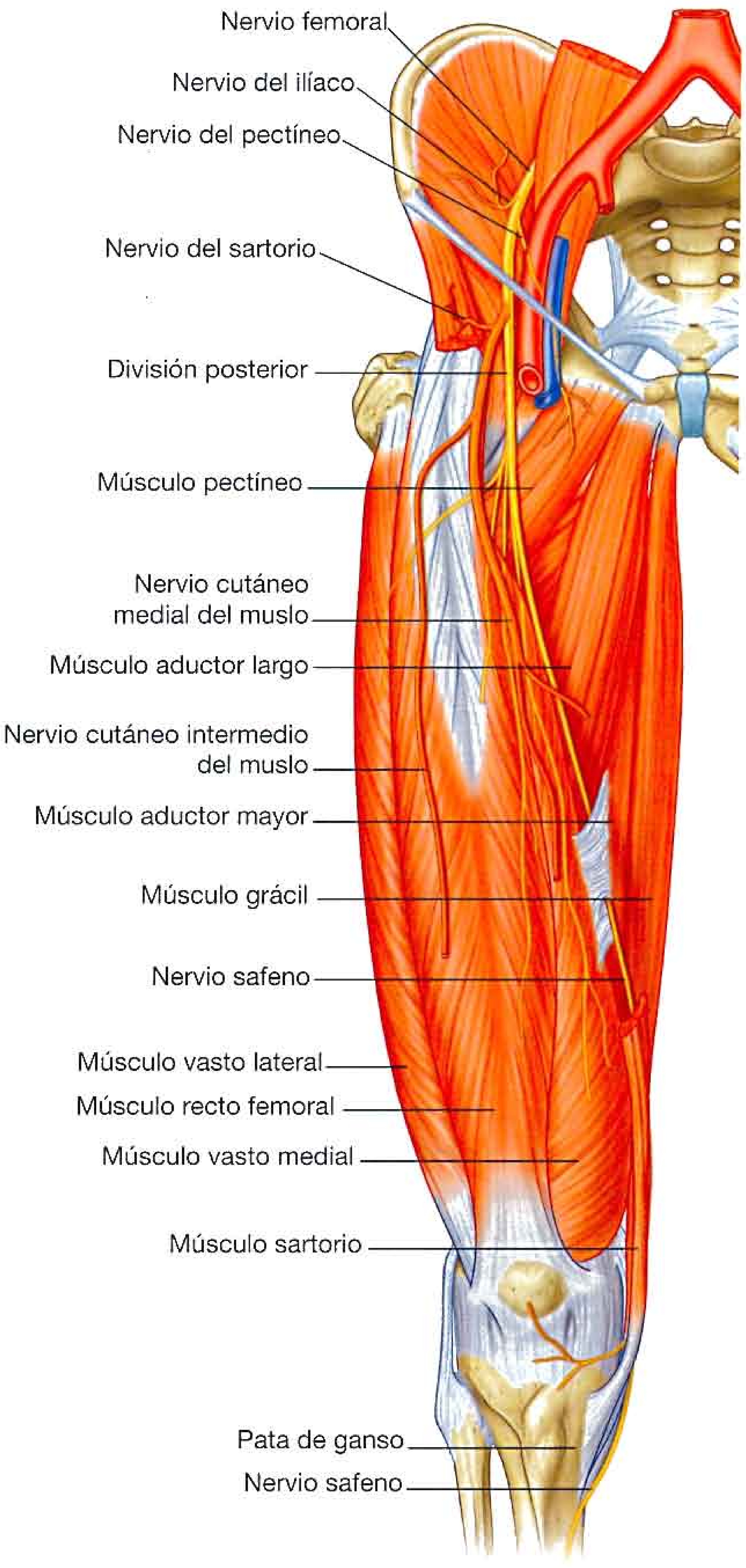


Fig. 6.65 Nervio femoral.

Nervio obturador

El nervio obturador es un ramo del plexo lumbar en la pared abdominal posterior. Desciende en el músculo psoas y después sale por el borde medial de dicho músculo para entrar en la pelvis (fig. 6.66). Continúa a lo largo de la pared pélvica lateral y después entra en el compartimento medial del muslo, atravesando el conducto obturador. Inerva la mayor parte de los músculos aductores y la piel de la cara medial del muslo. A medida que el nervio obturador entra en el muslo, se divide en dos ramos: uno anterior y otro posterior, separados por el músculo aductor corto:

- El **ramo posterior** desciende por detrás del músculo aductor corto y sobre la superficie anterior del músculo aductor mayor e inerva los músculos obturador externo y aductor corto, así como la parte del aductor mayor que se inserta en la línea áspera.
- El **ramo anterior** desciende sobre la superficie anterior del músculo aductor corto y está por detrás de los músculos pectíneo y aductor largo. Da lugar a ramos para el aductor largo, el grácil y el aductor corto, a menudo contribuye a la inervación del músculo pectíneo, y a ramos cutáneos que inervan la piel en la cara medial del muslo.

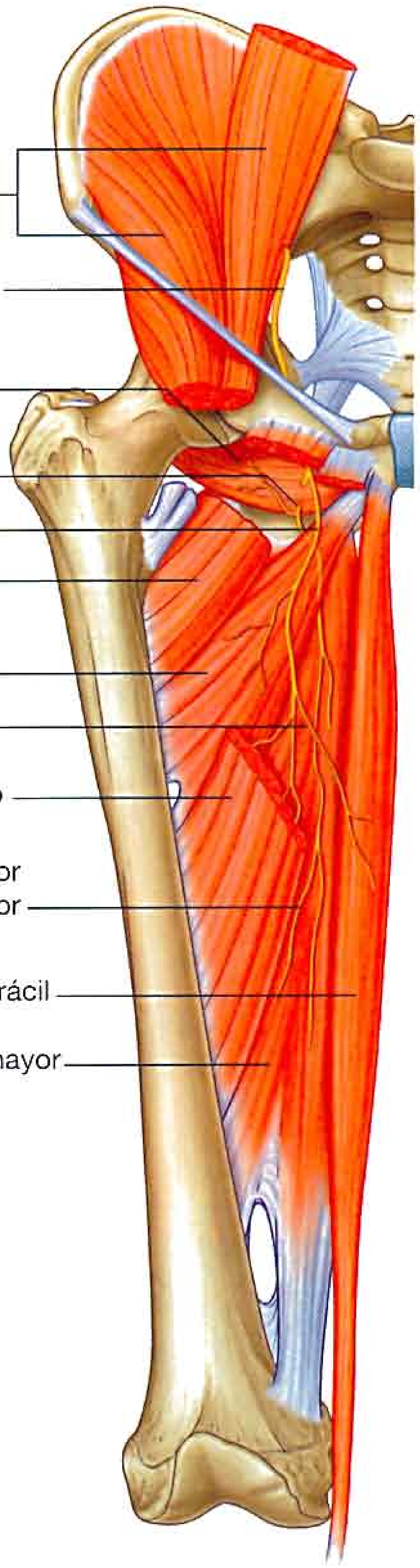


Fig. 6.66 Nervio obturador.

Nervio ciático

El nervio ciático desciende por el compartimento posterior del muslo desde la región glútea (fig. 6.67). Inerva todos los músculos del compartimento posterior del muslo, y después sus ramos continúan hasta la pierna y el pie.

En el compartimento posterior del muslo, el nervio ciático se dispone sobre el músculo aductor mayor y es cruzado por la cabeza larga del músculo bíceps femoral.

Proximal a la rodilla, y a veces dentro de la pelvis, este nervio se divide en sus dos ramos terminales: el **nervio tibial** y el **nervio peroneo común.** Ambos descienden en vertical por el muslo y entran en la fosa poplítea posterior de la rodilla. Aquí se encuentran con la arteria y vena poplíteas.

Nervio tibial

La parte tibial del nervio ciático, bien antes o después de su separación del nervio peroneo común, proporciona ramos para todos los músculos del compartimento posterior del muslo (cabeza larga del bíceps femoral, semimembranoso, semitendinoso), excepto para la cabeza corta del bíceps femoral, que está inervada por la parte peronea común (fig. 6.67).

El **nervio tibial** desciende a través de la fosa poplítea, entra en el compartimento posterior de la pierna y continúa hasta la planta del pie.

El nervio tibial inerva:

- Todos los músculos del compartimento posterior de la pierna.
- Todos los músculos intrínsecos de la planta del pie, excepto los dos primeros músculos interóseos dorsales, que están inervados por el nervio peroneo profundo.
- La piel situada en la cara posterolateral de la mitad inferior de la pierna y la cara medial del tobillo, el pie y el quinto dedo, así como la piel de la planta del pie y de los dedos.

Nervio peroneo común

La parte peronea común del nervio ciático inerva la cabeza corta del bíceps femoral en el compartimento posterior del muslo, y después continúa por los compartimentos lateral y anterior de la pierna hasta el pie (fig. 6.67)

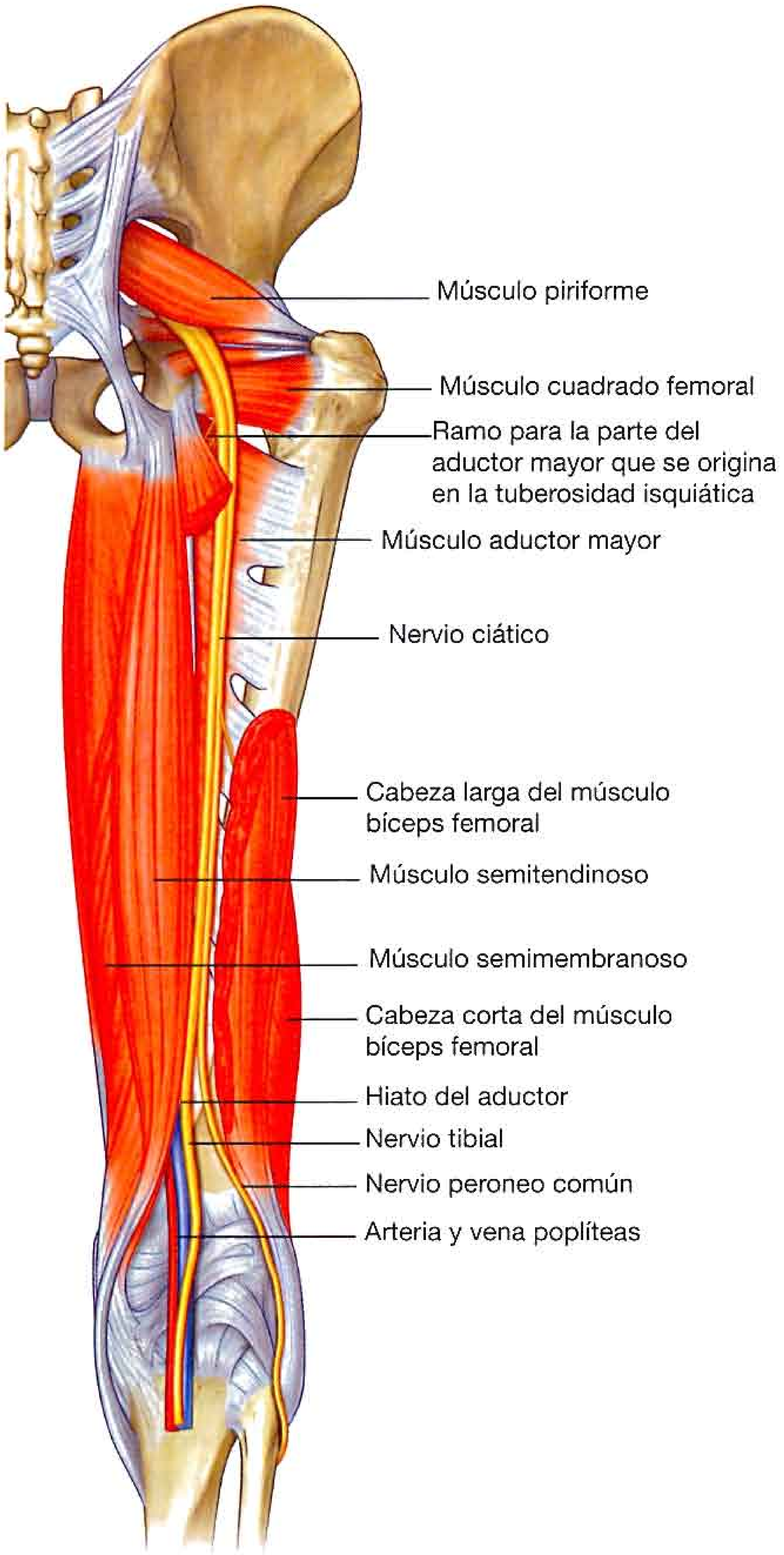


Fig. 6.67 Nervio ciático.

El nervio peroneo común inerva:

- Todos los músculos de los compartimentos anterior y lateral de la pierna.
- Un músculo (extensor corto de los dedos) situado en la cara dorsal del pie.
- Los primeros dos músculos interóseos dorsales de la planta del pie.
- La piel situada sobre la cara lateral de la pierna y del tobillo y sobre la cara dorsal del pie y de los dedos.

Articulación de la rodilla

La articulación de la rodilla es la mayor articulación sinovial del cuerpo. Consta de:

- La articulación entre el fémur y la tibia, que soporta el peso.
- La articulación entre la rótula y el fémur, que permite dirigir la tracción del músculo cuádriceps femoral en sentido anterior sobre la rodilla hasta la tibia sin que el tendón se desgaste (fig. 6.68).

Dos meniscos fibrocartilaginosos, uno a cada lado, entre los cóndilos femorales y la tibia acomodan los cambios de forma de las superficies articulares durante los movimientos articulares.

Los movimientos detallados de la articulación de la rodilla son complejos, pero básicamente es una articulación de tipo bisagra que permite sobre todo la flexión y la extensión. Como todas las articulaciones de este tipo, la articulación de la rodilla está reforzada por ligamentos colaterales, uno a cada lado de la articulación. Además, dos ligamentos muy fuertes (los ligamentos cruzados) conectan los extremos adyacentes del fémur y la tibia, y mantienen sus posiciones opuestas durante el movimiento.

Debido a que la articulación de la rodilla participa en el soporte del peso, tiene un mecanismo de «bloqueo» eficaz para reducir el grado de energía muscular necesaria para mantener la articulación extendida en bipedestación.

Superficies articulares

Las superficies articulares de los huesos que contribuyen a la articulación de la rodilla están cubiertas por cartílago hialino. Las principales superficies implicadas son:

- Los dos cóndilos femorales.
- Las superficies adyacentes de la cara superior de los cóndilos tibiales.

Las superficies de los cóndilos femorales que se articulan con la tibia en flexión de la rodilla son curvas o redondeadas, mientras que las superficies que se articulan en extensión completa son planas (fig. 6.69).

Las superficies articulares existentes entre el fémur y la rótula son el surco en forma de V situado sobre la superficie anterior de la cabeza distal del fémur, donde se unen los dos cóndilos, y las superficies adyacentes de la cara posterior de la rótula. Las superficies articulares están todas dentro de una única cavidad articular, como los meniscos intraarticulares que hay entre los cóndilos femoral y tibial.

Meniscos

Existen dos meniscos (que son cartílagos fibrocartilaginosos en forma de C) en la articulación de la rodilla: uno medial **(menisco medial)** y otro lateral **(menisco lateral)** (fig. 6.70). Ambos están insertados por cada extremo a carillas situadas en la región intercondílea de la meseta tibial.

El menisco medial se inserta alrededor de su borde a la cápsula de la articulación y al ligamento colateral tibial, mientras que el menisco lateral no está unido a la cápsula. Por tanto, el menisco lateral es más móvil que el medial.

Los meniscos se interconectan a nivel anterior por un ligamento transverso de la rodilla. El menisco lateral también está conectado al tendón del músculo poplíteo, que pasa a nivel superolateral entre este menisco y la cápsula para insertarse en el fémur.

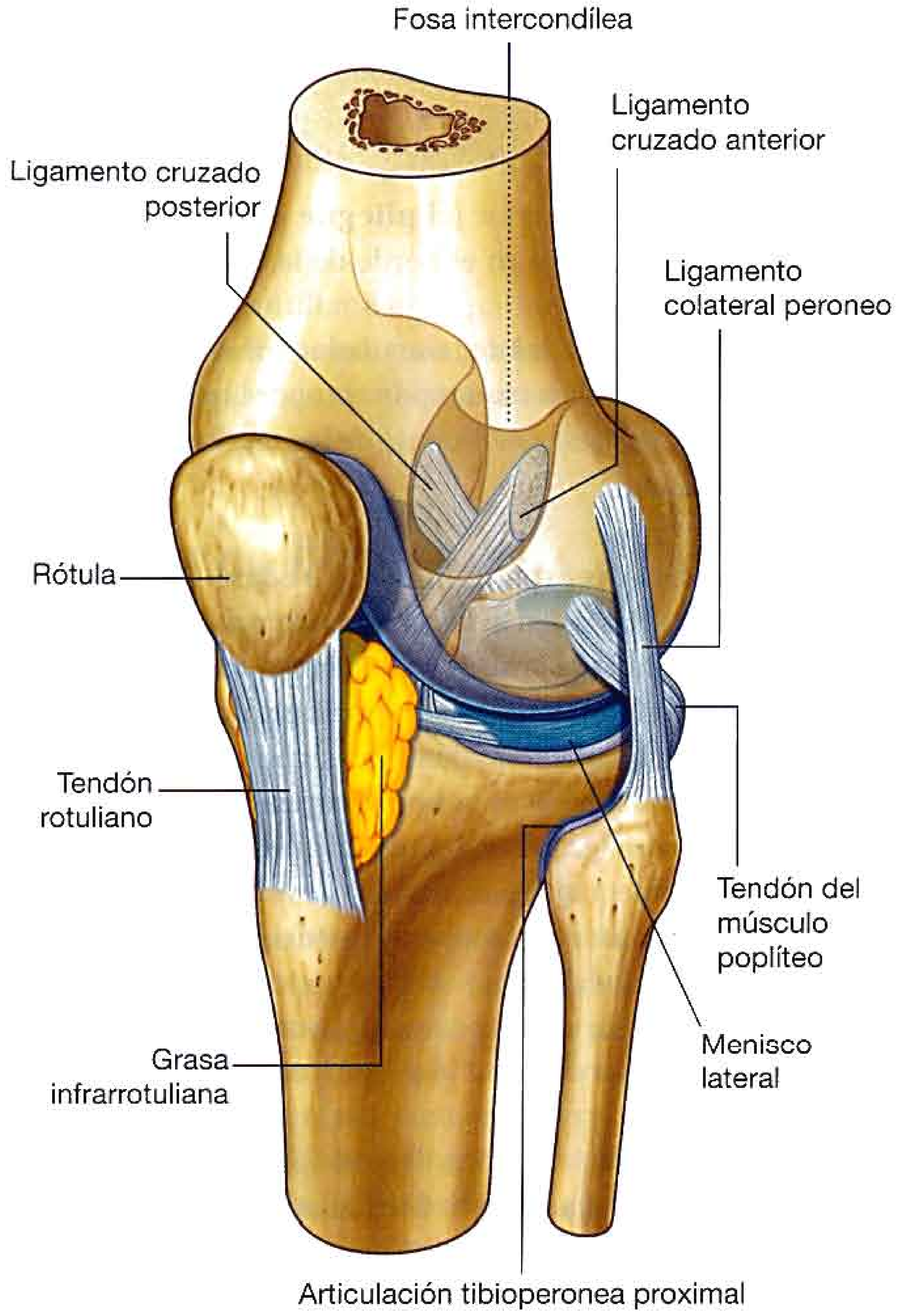


Fig. 6.68 Articulación de la rodilla. No se muestra la cápsula articular.

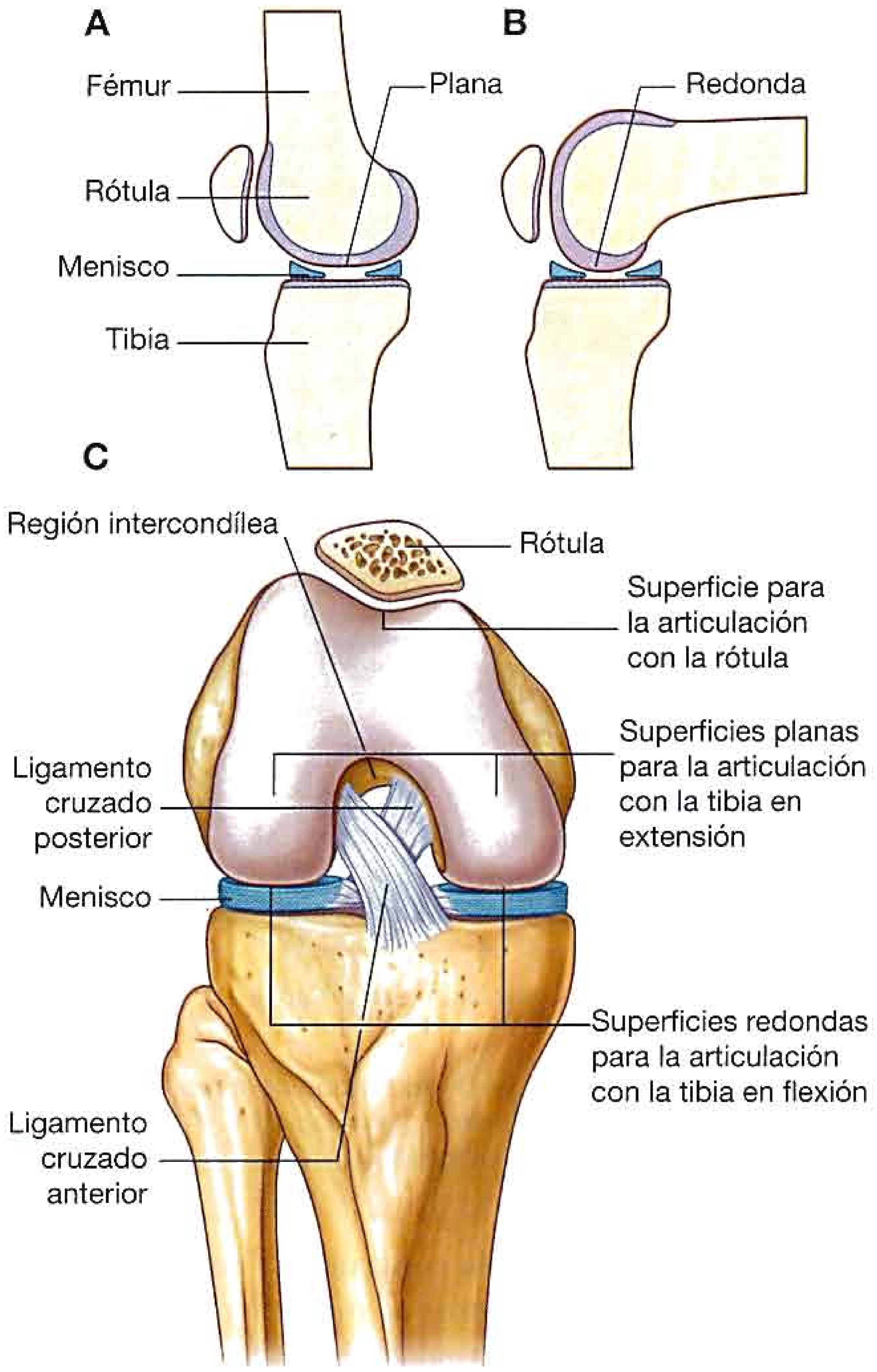


Fig. 6.69 Superficies articulares de la articulación de la rodilla. **A.** Extendida. **B.** Flexionada. **C.** Vista anterior (flexionada).

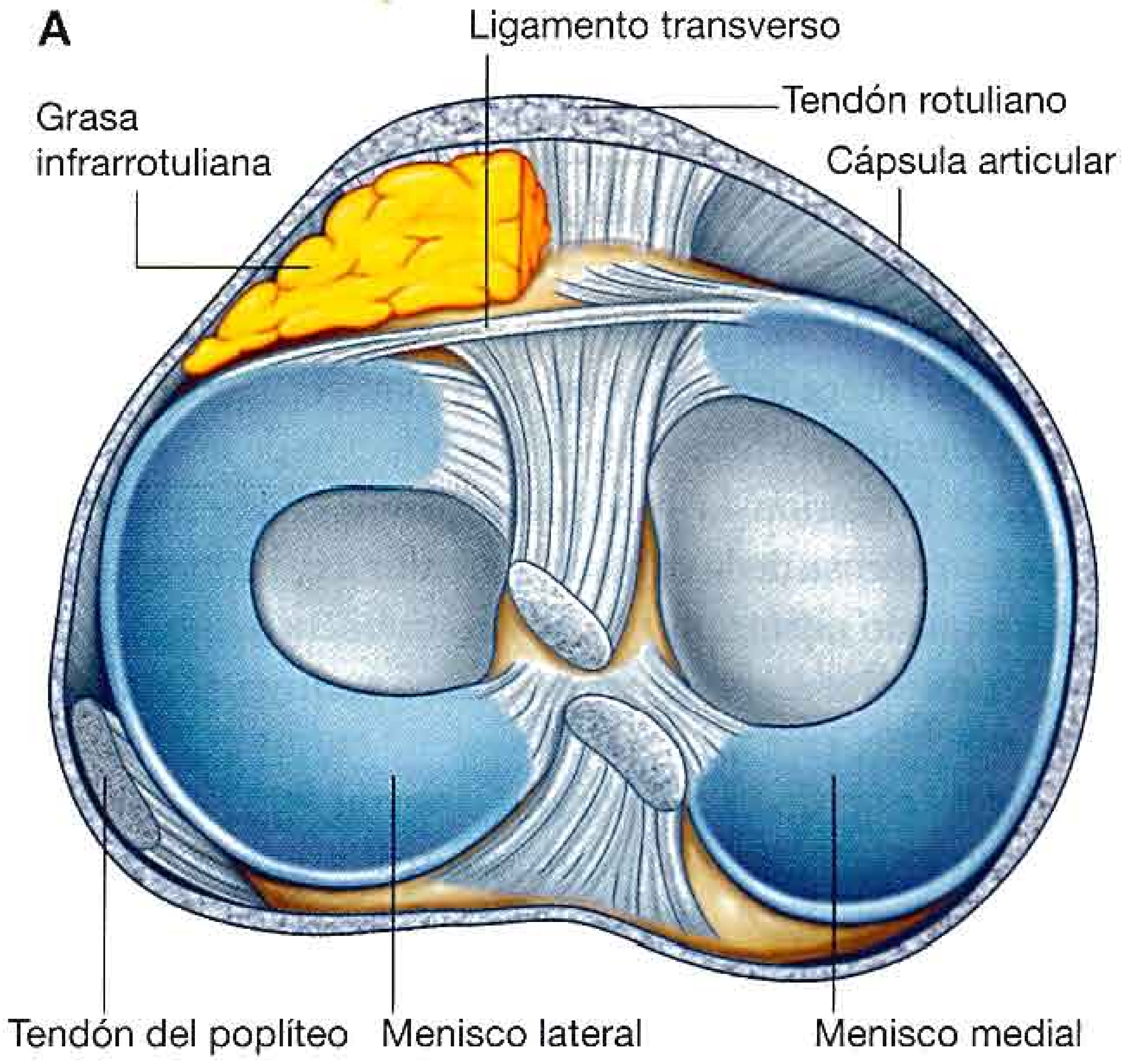


Fig. 6.70 Meniscos de la articulación de la rodilla. **A.** Vista superior.

Continúa

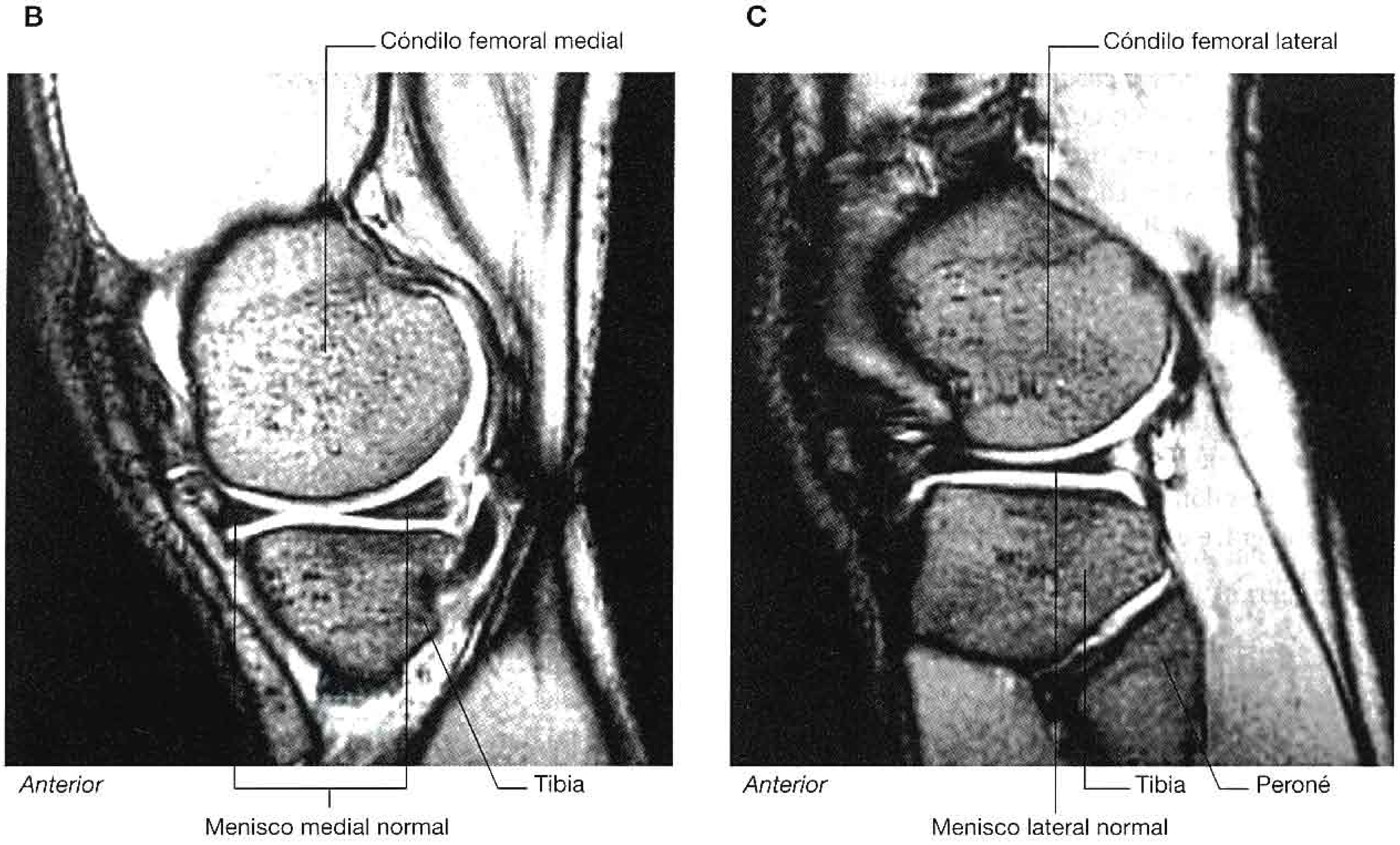


Fig. 6.70 ***(cont.)*** Meniscos de la articulación de la rodilla. **B.** Articulación normal de la rodilla que muestra el menisco medial. Resonancia magnética potenciada en T2 en el plano sagital. **C.** Articulación normal de la rodilla que muestra el menisco lateral. Resonancia magnética potenciada en T2 en el plano sagital.

Los meniscos mejoran la congruencia entre los cóndilos femorales y tibiales durante los movimientos articulares, donde la superficie de los cóndilos femorales que se articula con la meseta tibial varía desde pequeñas superficies curvadas en flexión a grandes superficies planas en extensión.

Membrana sinovial

La membrana sinovial de la articulación de la rodilla se inserta en los bordes de las superficies articulares y en los bordes superior e inferior de los meniscos (fig. 6.71A). Los dos ligamentos cruzados, que se insertan en la región intercondílea de la tibia por debajo y en la fosa intercondílea del fémur por arriba, están fuera de la cavidad articular, pero incluidos dentro de la membrana fibrosa de la articulación de la rodilla.

A nivel posterior, la membrana sinovial se refleja en la membrana fibrosa de la cápsula articular a cada lado del ligamento cruzado posterior y da la vuelta hacia delante alrededor de ambos ligamentos, por lo que los excluye de la cavidad articular.

A nivel anterior, la membrana sinovial está separada del ligamento rotuliano por una **almohadilla grasa infrarrotuliana.** A cada lado de la almohadilla, la membrana sinovial forma un borde ribeteado (un **pliegue alar**), que se proyecta hacia la cavidad articular. Además, la membrana sinovial que cubre la parte inferior de la almohadilla grasa infrarrotuliana se eleva en un pliegue agudo de la línea media dirigido en sentido posterior (el **pliegue sinovial infrarrotuliano**), que se inserta en el borde de la fosa intercondílea del fémur.

La membrana sinovial de la articulación de la rodilla forma bolsas en dos localizaciones para proporcionar superficies de baja fricción para el movimiento de los tendones asociados con la articulación.

- La menor de estas expansiones es el **receso subpoplíteo** (fig. 6.71A), que se extiende en sentido posterolateral desde la cavidad articular y se dispone entre el menisco lateral y el tendón del músculo poplíteo, que pasa a través de la cápsula articular.
- La segunda expansión es la **bolsa suprarrotuliana** (fig. 6.71B), una gran bolsa sinovial que es continuación de la cavidad articular por arriba entre el extremo distal de la diáfisis del fémur y el músculo cuádriceps femoral y su tendón. El vértice de esta bolsa se inserta en el pequeño músculo articular de la rodilla, que tira de ella alejándola de la articulación durante la extensión de la rodilla.

Otras bolsas asociadas con la rodilla, pero que normalmente no se comunican con la cavidad articular, son la bolsa prerrotuliana subcutánea, las bolsas infrarrotulianas profunda y subcutánea, y otras numerosas bolsas asociadas con tendones y ligamentos que hay alrededor de la articulación (fig. 6.71B).

Ligamentos colaterales

Los ligamentos colaterales, uno a cada lado de la articulación, estabilizan el movimiento en bisagra de la rodilla (fig. 6.73).

El **ligamento colateral peroneo** en forma de cordón se inserta a nivel superior al epicóndilo femoral lateral, justo por encima del surco para el tendón del poplíteo. A nivel inferior se inserta en una depresión de la superficie lateral de la cabeza del peroné. Está separado de la membrana fibrosa por una bolsa.

El **ligamento colateral tibial,** ancho y plano, se inserta en gran parte de su superficie profunda en la membrana fibrosa subyacente. Está anclado a nivel superior al epicóndilo femoral medial, justo por debajo del tubérculo aductor, y desciende a nivel anterior para insertarse en el borde medial y la superficie medial de la tibia por encima y por detrás de la inserción de los tendones del sartorio, el grácil y el semitendinoso.

Ligamentos cruzados

Los dos ligamentos cruzados están en la región intercondílea de la rodilla y conectan el fémur y la tibia (figs. 6.73D y 6.74A). Se denominan «cruzados» (en latín *cruciate*) porque se cruzan entre sí en el plano sagital entre sus inserciones tibial y femoral:

- El **ligamento cruzado anterior** se inserta en una carilla de la parte anterior del área intercondílea de la tibia, y asciende en sentido posterior para insertarse en una carilla de la porción posterior de la pared lateral de la fosa intercondílea del fémur.
- El **ligamento cruzado posterior** se inserta en la cara posterior del área intercondílea de la tibia y asciende en sentido anterior para insertarse en la pared medial de la fosa intercondílea del fémur.

El ligamento cruzado anterior cruza lateral al ligamento cruzado posterior a su paso a través de la región intercondílea.

El ligamento cruzado anterior evita el desplazamiento anterior de la tibia respecto del fémur, y el ligamento cruzado posterior limita el desplazamiento posterior (fig. 6.74B).

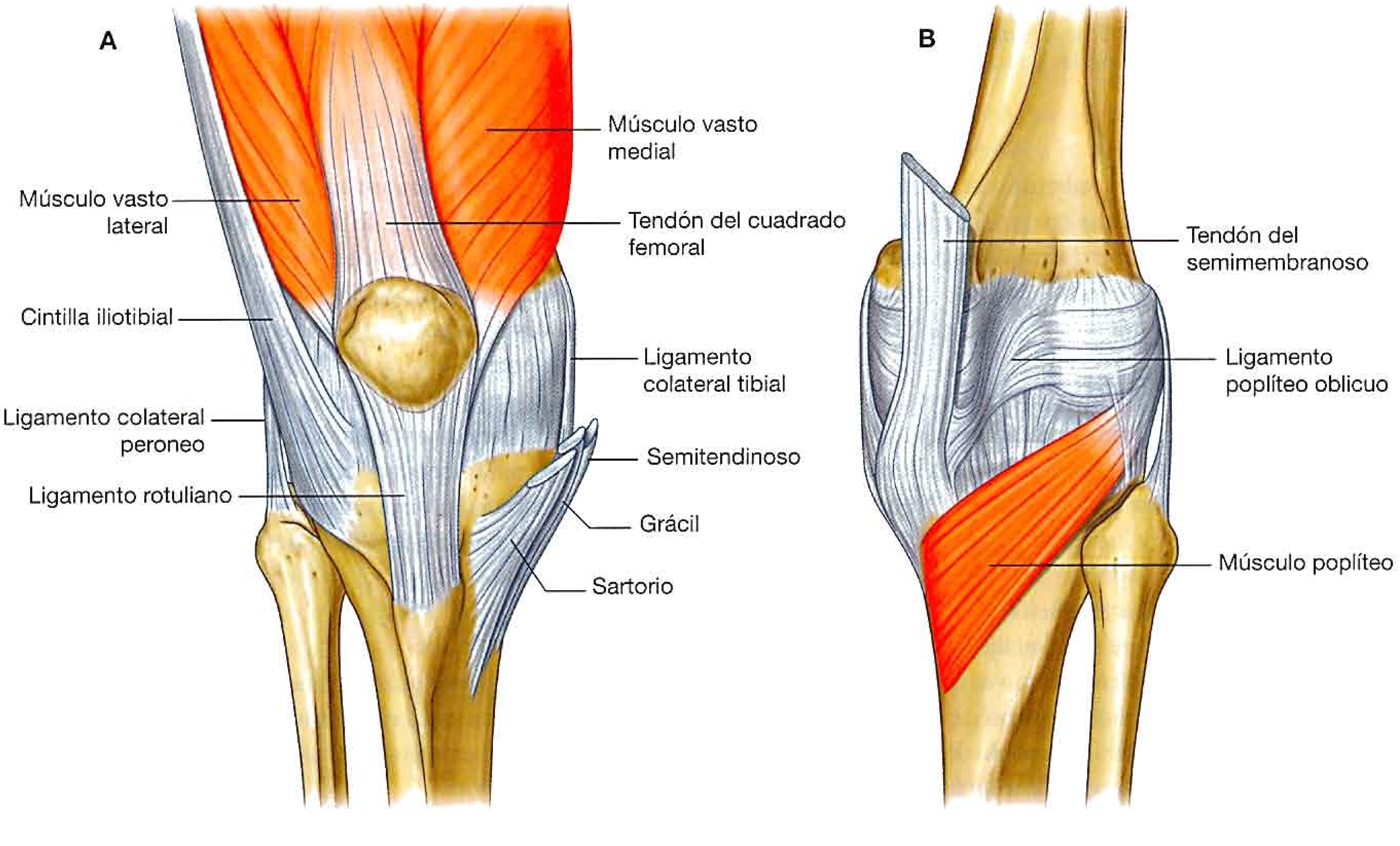


Fig. 6.72 Membrana fibrosa de la cápsula de la articulación de la rodilla. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterior

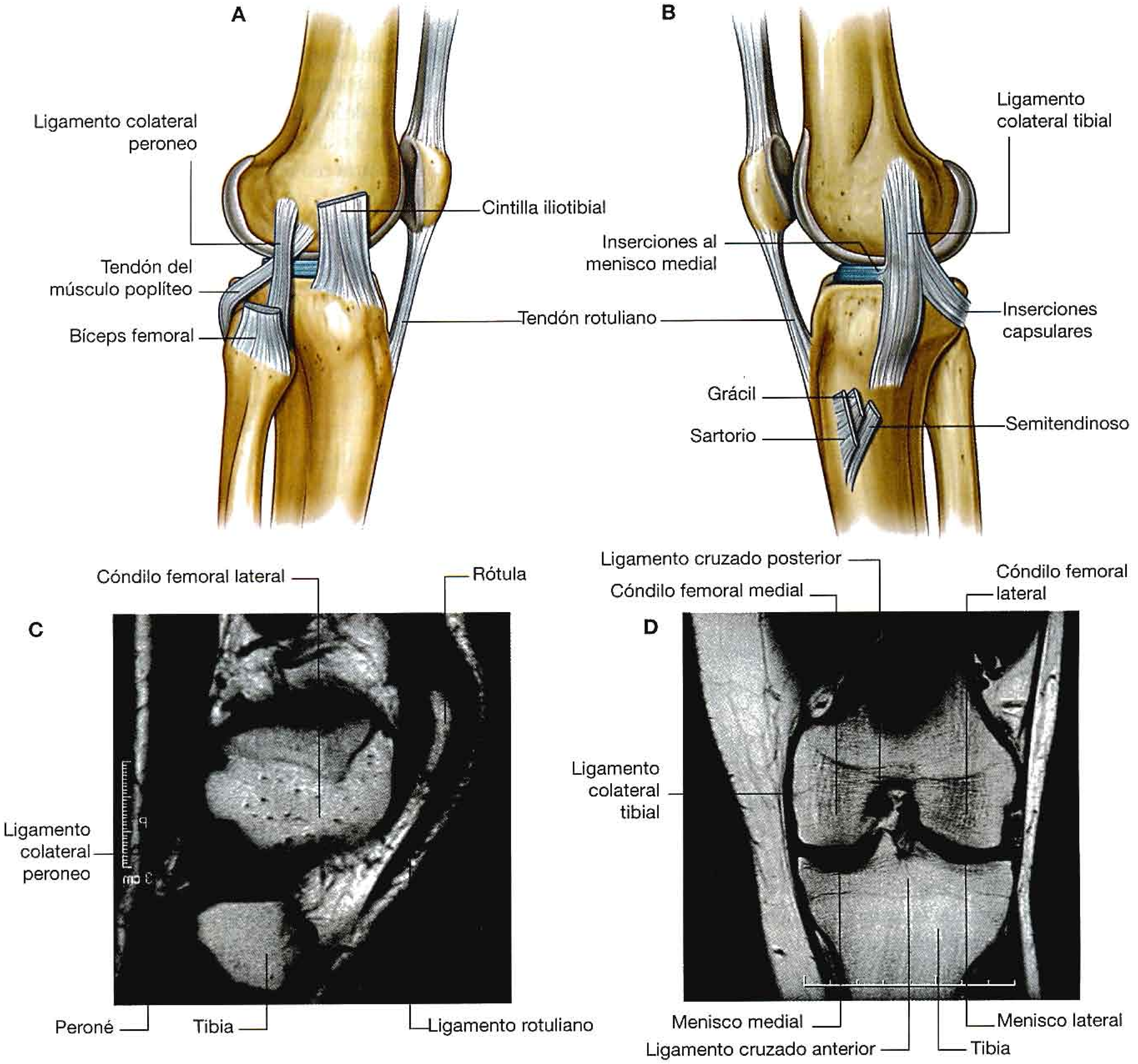


Fig. 6.73 Ligamentos colaterales de la articulación de la rodilla. **A.** Vista lateral. **B.** Vista medial. **C.** Articulación normal de la rodilla que muestra el ligamento rotuliano y el ligamento colateral peroneo. Resonancia magnética potenciada en T1 en el plano sagital. **D.** Articulación normal de la rodilla que muestra el ligamento colateral tibial, los meniscos lateral y medial y los ligamentos cruzados anterior y posterior. Resonancia magnética potenciada en T1 en el plano coronal.

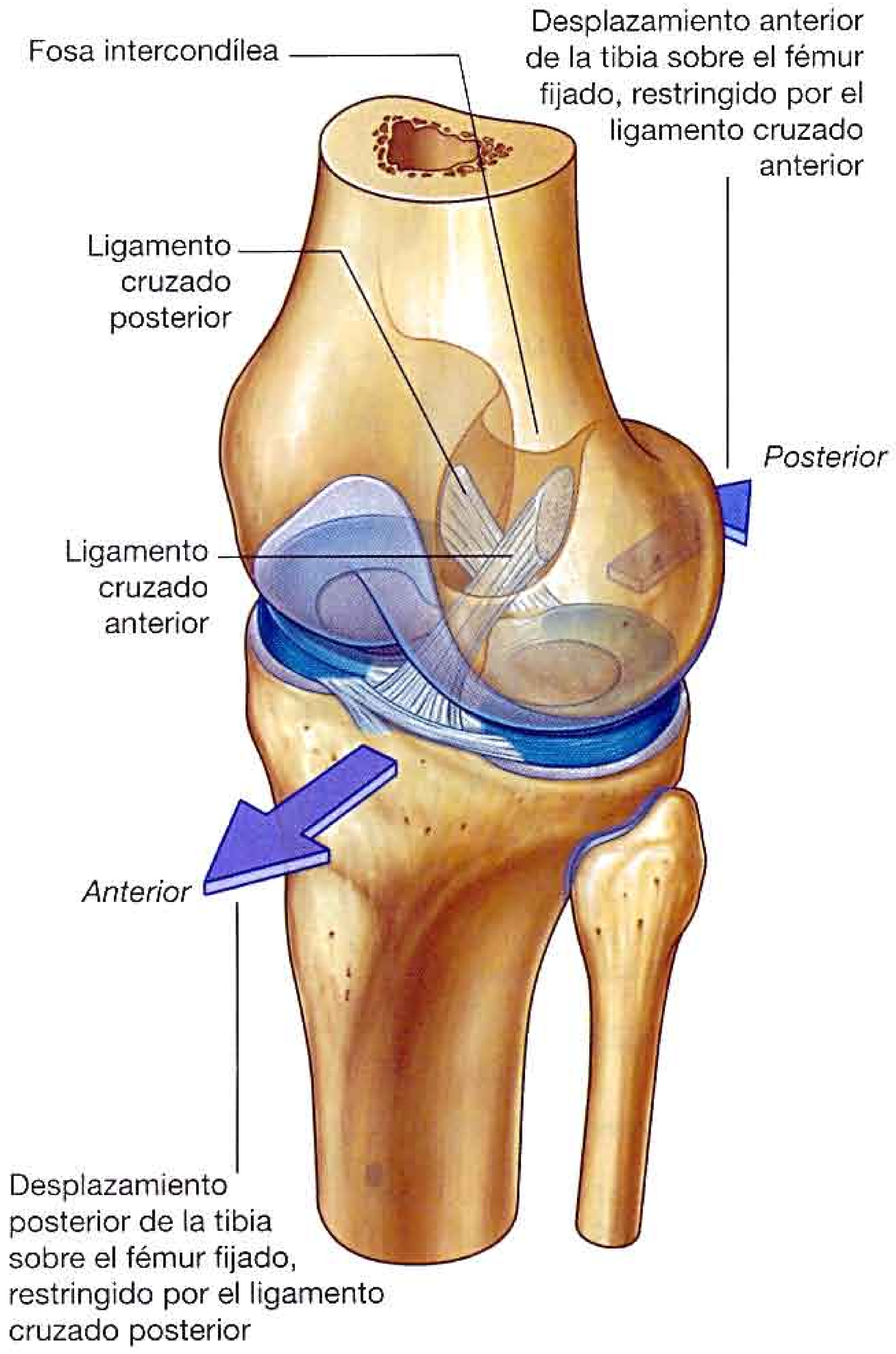


Fig. 6.74 Ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla. **A.** Vista superolateral. **B.** Vista lateral.

Mecanismo de bloqueo

Durante la bipedestación, la articulación de la rodilla está «bloqueada» en su posición, lo que reduce el trabajo muscular necesario para mantenerla (fig. 6.75).

Un componente del mecanismo de bloqueo es el cambio en la forma y tamaño de las superficies femorales que se articulan con la tibia:

- En flexión, las superficies son las áreas curvas y redondeadas de las caras posteriores de los cóndilos femorales.
- A medida que se extiende la rodilla, las superficies se mueven hacia las áreas anchas y planas situadas en las caras inferiores de los cóndilos.

En consecuencia, las superficies articulares se hacen mayores y más estables en extensión.

Otro componente del mecanismo de bloqueo es la rotación medial del fémur sobre la tibia durante la extensión. La rotación medial y la extensión completa tensan todos los ligamentos asociados.

Otra característica que mantiene la rodilla extendida cuando se está en bipedestación es que el centro de gravedad del cuerpo está colocado a lo largo de una línea vertical que pasa por delante de la articulación de la rodilla.

El músculo poplíteo desbloquea la rodilla al iniciar la rotación lateral del fémur sobre la tibia.

Irrigación vascular e inervación

La irrigación de la articulación de la rodilla se realiza predominantemente a través de las ramas descendentes y de la rodilla de las arterias femoral, poplítea y circunfleja femoral lateral en el muslo y de la arteria circunfleja peronea y las ramas recurrentes de la arteria tibial anterior en la pierna. Estos vasos forman una red anastomótica alrededor de la articulación (fig. 6.76).

La articulación de la rodilla está inervada por ramos de los nervios obturador, femoral, tibial y peroneo común.

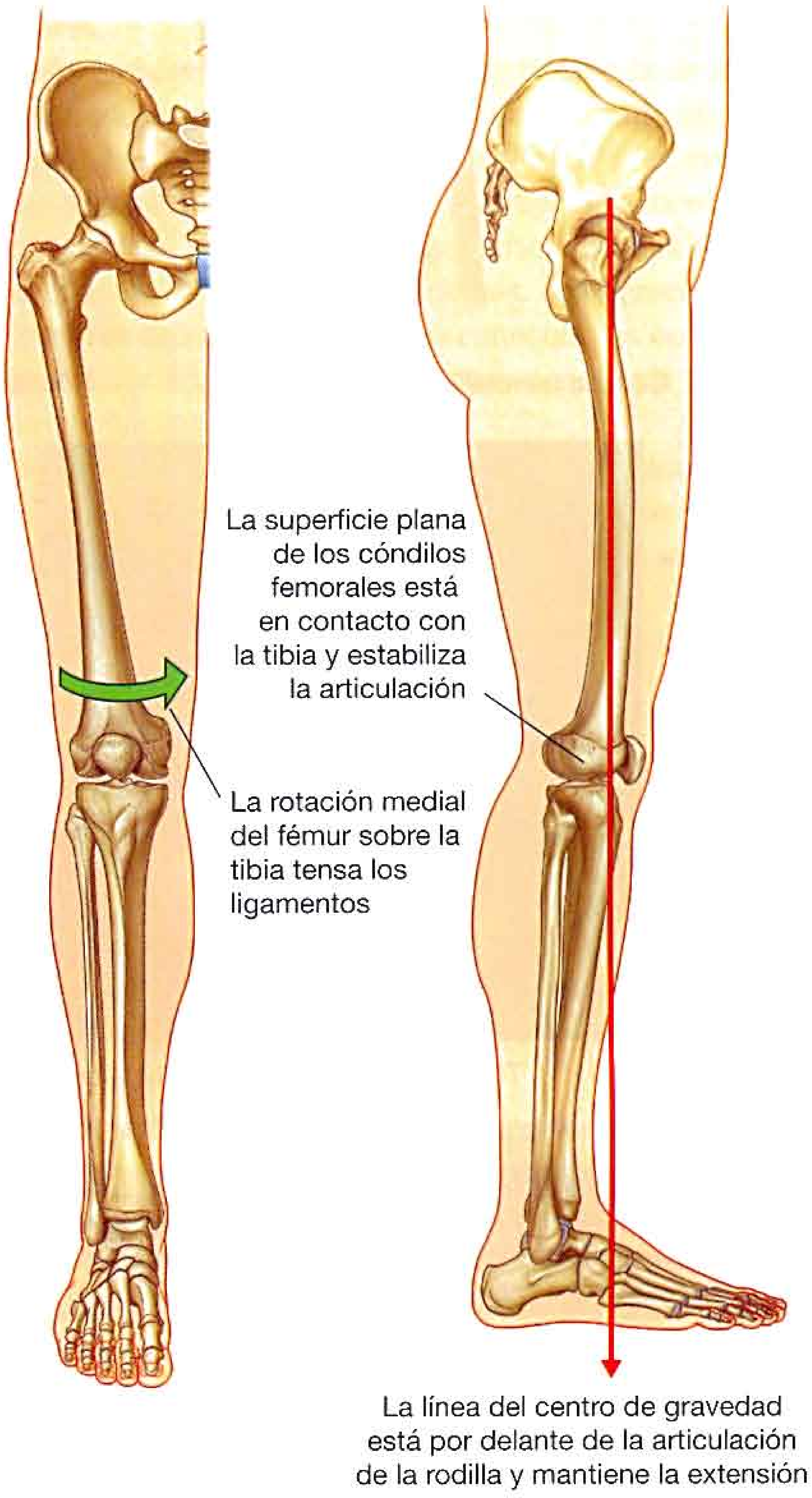


Fig. 6.75 Mecanismo de «bloqueo» de la rodilla.

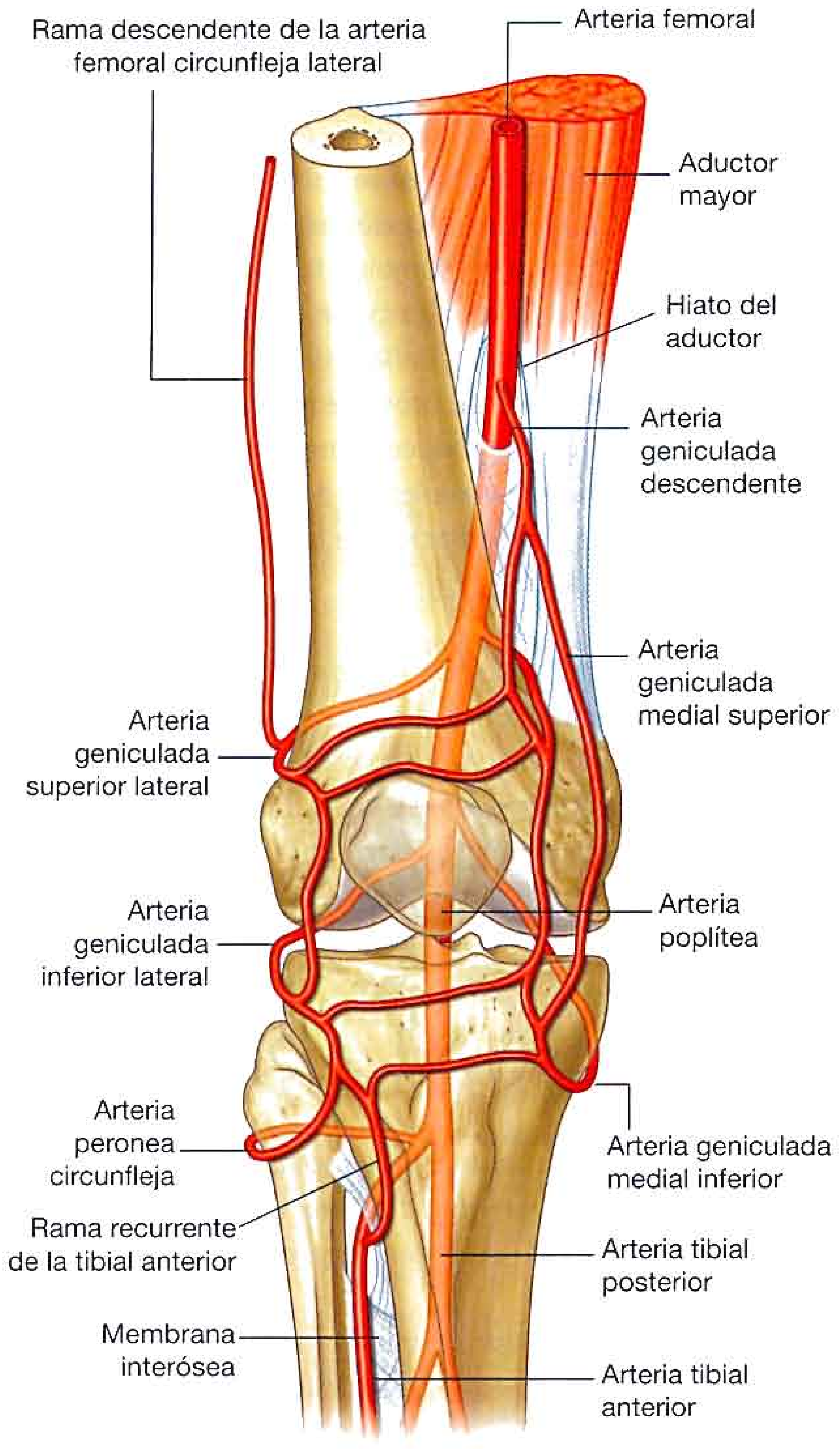


Fig. 6.76 Anastomosis arteriales alrededor de la rodilla. Vista anterior.

Conceptos prácticos

Lesiones de las partes blandas de la rodilla

Las lesiones de las partes blandas son frecuentes en la rodilla y alrededor de ella.

Las lesiones típicas son las roturas de los ligamentos cruzados anterior y posterior, las roturas meniscales y los traumatismos de los ligamentos colaterales. Pueden producirse lesiones aisladas de partes blandas, pero no es infrecuente que en ciertos tipos de lesiones aparezcan juntas, por ejemplo, la rotura del ligamento cruzado anterior, del ligamento colateral tibial y del menisco lateral.

Cualquier lesión de las partes blandas en y alrededor de la rodilla puede afectar al haz neurovascular, y por ello es fundamental evaluar las estructuras neurovasculares al tratar a los pacientes con lesiones de los tejidos blandos.

Conceptos prácticos

Artropatía degenerativa/artrosis

La artropatía degenerativa aparece en muchas articulaciones del cuerpo. La degeneración articular puede deberse a una fuerza anómala ejercida a través de la articulación con un cartílago normal o una fuerza normal ejercida con un cartílago anómalo.

La artropatía degenerativa suele producirse en articulaciones sinoviales y el proceso se denomina artrosis. En las articulaciones donde aparece la artrosis suelen afectarse el cartílago y el hueso, con un cambio limitado de la membrana sinovial. Los hallazgos típicos son reducción del espacio articular, eburneación (esclerosis articular), osteofitos (pequeños crecimientos óseos) y formación de quistes óseos. A media que la enfermedad progresa, la articulación pierde su alineación, su movimiento se limita mucho más y puede haber dolor significativo.

Las localizaciones más frecuentes de la artrosis son las pequeñas articulaciones de las manos y la muñeca y la extremidad inferior, donde suelen afectarse la cadera y la rodilla, aunque también pueden sufrir cambios similares las articulaciones tarsometatarsianas y metatarsofalángicas.

La causa de la artropatía degenerativa es incierta, pero existen algunas asociaciones, como la predisposición genética, el envejecimiento (los varones tienden a afectarse antes que las mujeres), el uso excesivo o insuficiente de las articulaciones y las anomalías nutricionales y metabólicas. Otros factores son los traumatismos articulares y la deformidad o enfermedad articular previa.

Los hallazgos histológicos de la artrosis consisten en cambios degenerativos dentro del cartílago y el hueso subcondral. La lesión articular adicional empeora estos cambios, lo que favorece una mayor sobrecarga anómala sobre la articulación. A medida que la enfermedad progresa suele encontrarse dolor, que por lo general empeora al levantarse de la cama y al final de la actividad diaria. Suele agravarlo el movimiento extremo o un ejercicio no acostumbrado. Pueden aparecer rigidez y limitación del movimiento.

El tratamiento inicial comprende una modificación del estilo de vida, para evitar el dolor, y la analgesia simple. A medida que los síntomas progresan puede ser necesaria una artroplastia articular, pero aunque parece que esta técnica es la panacea para la artropatía degenerativa, no carece de riesgos y complicaciones, como la infección y el fracaso a corto y largo plazo.

Conceptos prácticos

Exploración de la articulación de la rodilla

Se debe establecer la naturaleza del síntoma de presentación antes de cualquier exploración. La anamnesis debe incluir información sobre el motivo de consulta, los signos y síntomas, y el estilo de vida del paciente (nivel de actividad). Esta anamnesis puede dar pistas relevantes sobre el tipo de lesión y los probables hallazgos en la exploración clínica. Por ejemplo, si el paciente recibió una patada en la cara medial de la rodilla, puede sospecharse una lesión por deformidad en valgo del ligamento colateral tibial.

La exploración debe incluir una evaluación en bipedestación, caminando y en la camilla. El lado afectado debe compararse con el lado no afectado.

Hay muchas pruebas y técnicas para explorar la articulación de la rodilla, incluidas las siguientes.

Pruebas para detectar inestabilidad anterior

- **Prueba de Lachman:** el paciente está tumbado sobre la camilla y el explorador coloca una mano alrededor de la porción distal del fémur, la otra alrededor de la porción proximal de la tibia y eleva la rodilla flexionándola 20°. El talón del paciente se apoya en la camilla. El pulgar del médico debe situarse sobre la tuberosidad tibial. La mano colocada sobre la tibia aplica una fuerza brusca dirigida en sentido anterior. Si el movimiento de la tibia sobre el fémur se detiene repentinamente, entonces hay un punto final firme. Si no se detiene repentinamente se habla entonces de una rodilla blanda, que se asocia con una rotura de ligamento cruzado anterior.
- **Prueba del cajón anterior:** la prueba del cajón anterior positiva se reconoce cuando la cabeza proximal de la tibia del paciente puede traccionarse en sentido anterior sobre el fémur. El paciente descansa en decúbito supino sobre la camilla. La rodilla está flexionada a 90° y el talón y la planta del pie se colocan sobre la camilla. El explorador se sienta suavemente sobre el pie del paciente, que se ha colocado en posición neutra. Los dedos índices se utilizan para comprobar que los músculos isquiotibiales estén relajados, mientras que los otros dedos rodean el extremo superior de la tibia y la empujan. Si la tibia se mueve hacia delante, el ligamento cruzado anterior está roto. También deben estar rotas otras estructuras periféricas, como el menisco medial o los ligamentos meniscotibiales, para que se produzca este signo.
- **Prueba de desplazamiento del pivote:** existen muchas variantes de esta prueba. El pie del paciente se mantiene entre el cuerpo y el codo del explorador. El explorador coloca una mano plana debajo de la tibia empujándola hacia delante con la rodilla en extensión. La otra mano se coloca contra el muslo del paciente empujando en el otro sentido. La extremidad inferior se coloca en ligera abducción por la acción del codo del explorador con el cuerpo de éste, actuando como un fulcro para producir el valgo. El explorador mantiene la translación tibial anterior y el valgo e inicia la flexión de la rodilla del paciente. Alrededor de los 20-30° se produce el desplazamiento del pivote a medida que se reduce la meseta tibial lateral. Esta prueba demuestra una lesión de la esquina posterolateral de la articulación de la rodilla y del ligamento cruzado anterior.

Pruebas para detectar inestabilidad posterior

- **Prueba del cajón posterior:** aparece una prueba del cajón posterior positiva cuando la cabeza proximal de la tibia del paciente puede empujarse hacia atrás sobre el fémur. El paciente se coloca en posición supina y la rodilla se flexiona hasta unos 90° con el pie en posición neutra. El explorador se sienta suavemente sobre el pie del paciente colocando ambos pulgares sobre la tuberosidad tibial y empujando la tibia hacia atrás. Si la meseta tibial se mueve, el ligamento cruzado posterior está roto.

Evaluación de otras estructuras de la rodilla

- La **evaluación del ligamento colateral tibial** puede realizarse ejerciendo una sobrecarga en valgo en la rodilla.
- La **evaluación de las estructuras laterales y posterolaterales** requiere pruebas clínicas más complejas.

En la rodilla también deben evaluarse:

- El dolor en la línea articular.
- El movimiento e inestabilidad rotulofemoral.
- La presencia de derrame.
- Una lesión muscular.
- Las masas de la fosa poplítea.

Estudios adicionales

Tras realizar la exploración clínica, otros estudios que pueden realizarse son la **radiografía simple** y quizá la **resonancia magnética,** que permite a los radiólogos evaluar los meniscos, los ligamentos cruzados, los ligamentos colaterales, las superficies óseas y cartilaginosas y los tejidos blandos.

Puede realizarse una **artroscopia** y reparar o recortar cualquier estructura interna. Un artroscopio es una pequeña óptica que se coloca dentro de la articulación de la rodilla a través de la cara anterolateral o anteromedial de esta articulación. La articulación se rellena con suero salino fisiológico y la óptica se manipula alrededor de la articulación de la rodilla para evaluar los ligamentos cruzados, los meniscos y las superficies cartilaginosas.

Articulación tibioperonea

La pequeña articulación tibioperonea es de tipo sinovial y permite un mínimo movimiento (fig. 6.77). Las superficies articulares opuestas, bajo superficie anterior del cóndilo lateral de la tibia y en la superficie superomedial de la cabeza del peroné, son planas y circulares. La cápsula está reforzada por los ligamentos anterior y posterior.

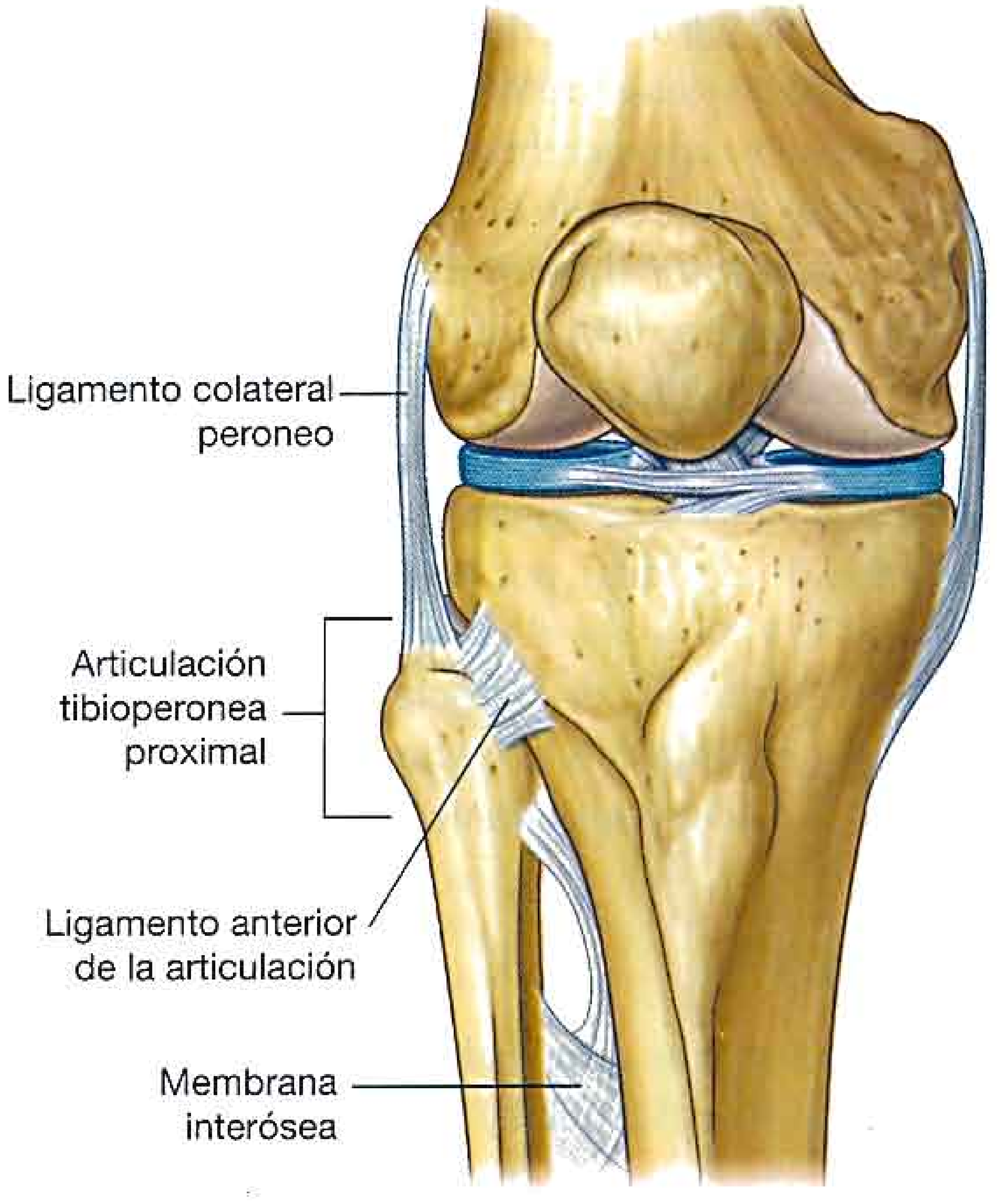


Fig. 6.77 Articulación tibioperonea.

Fosa poplítea

La **fosa poplítea** es un área relevante de transición entre el muslo y la pierna, y constituye la principal vía por la cual pasan las estructuras de una región a la otra.

La fosa poplítea es un espacio en forma de rombo situado por detrás de la articulación de la rodilla, formada entre los músculos de los compartimentos posteriores del muslo y la pierna (fig. 6.78A):

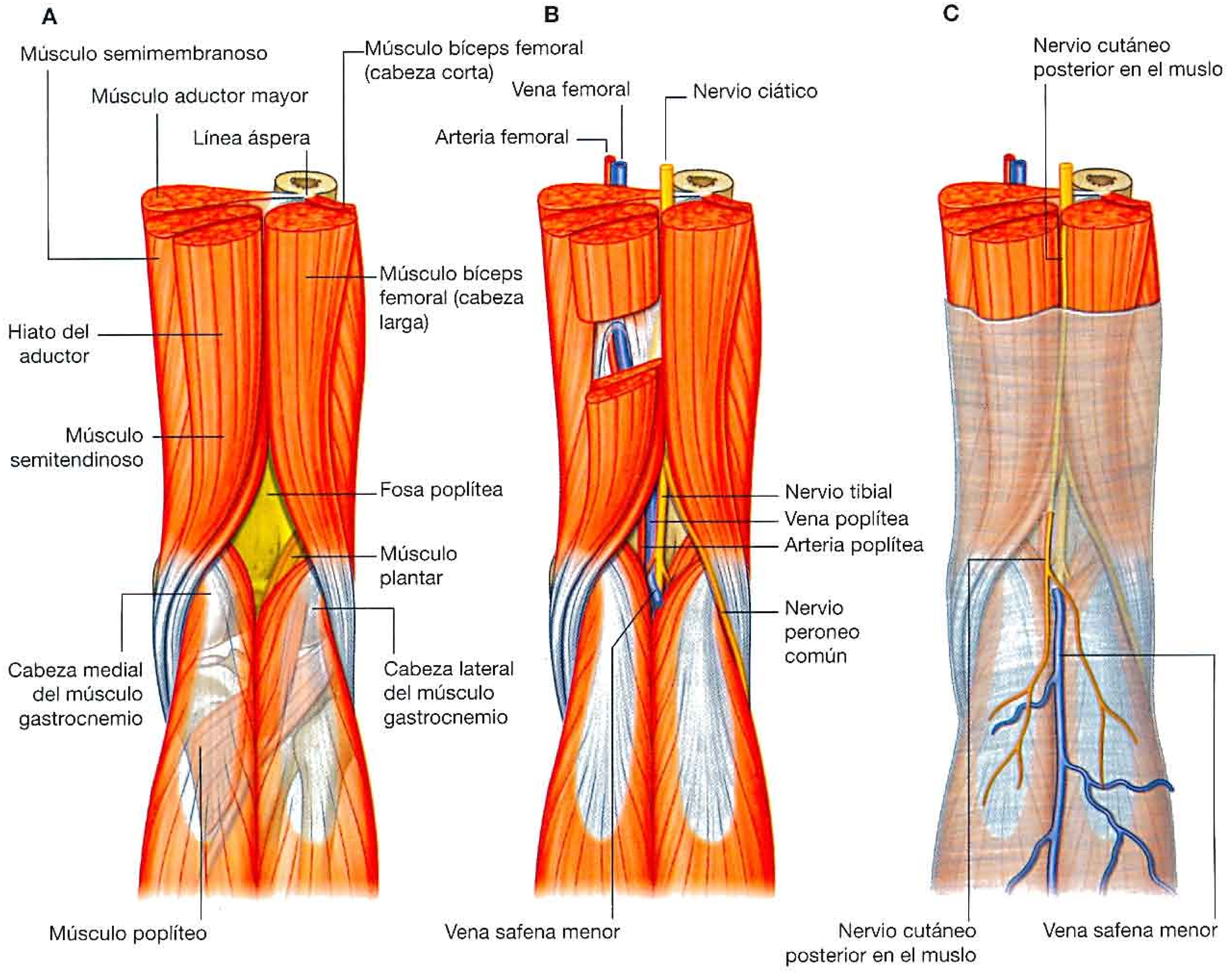


Fig. 6.78 Fosa poplítea. A. Límites. B. Nervios y vasos. C. Estructuras superficiales.

- Los bordes de la parte superior del rombo están formados a nivel medial por los extremos distales de los músculos semitendinoso y semimembranoso, y a nivel lateral por el extremo distal del músculo bíceps femoral.
- Los bordes de la parte inferior más pequeña del espacio están constituidos a nivel medial por la cabeza medial del músculo gastrocnemio y a nivel lateral por el músculo plantar y la cabeza lateral del músculo gastrocnemio.
- El suelo de la fosa está compuesto por la cápsula de la articulación de la rodilla, por las superficies adyacentes del fémur y la tibia, y por el músculo poplíteo.
- El techo está formado por la fascia profunda, que se continúa por encima con la fascia lata del muslo, y por debajo con la fascia profunda de la pierna.

Contenido

La fosa poplítea contiene principalmente la arteria poplítea, la vena poplítea y los nervios tibial y peroneo común (fig. 6.78B).

Nervios tibial y peroneo común

Los nervios tibial y peroneo común se originan proximales a la fosa poplítea en forma de los dos ramos principales del nervio ciático. Son las estructuras neurovasculares más superficiales de la fosa poplítea y entran en la región directamente desde encima, por debajo del borde del músculo bíceps femoral:

- El nervio tibial desciende en vertical a través de la fosa poplítea y sale en profundidad respecto del borde del músculo plantar para entrar en el compartimento posterior de la pierna.
- El nervio peroneo común sale siguiendo al tendón del bíceps femoral sobre el borde lateral inferior de la fosa poplítea y continúa hasta la cara lateral de la pierna, donde rodea al cuello del peroné y entra en el compartimento lateral de la pierna.

Arteria y vena poplíteas

La arteria poplítea es la continuación de la arteria femoral en el compartimento anterior del muslo y comienza cuando la arteria femoral pasa hacia detrás a través del hiato del aductor en el músculo aductor mayor.

La arteria poplítea aparece en la fosa poplítea en la cara medial y superior por debajo del borde del músculo semimembranoso. Desciende oblicuamente a través de la fosa con el nervio tibial y entra en el compartimento posterior de la pierna, donde acaba justo lateral a la línea media de la pierna dividiéndose en las arterias tibial anterior y posterior. *La arteria poplítea es la más profunda de las estructuras neurovasculares de la fosa poplítea, y por tanto es difícil de palpar; sin embargo, puede detectarse el pulso palpando profundamente medial a la línea media.*

En la fosa poplítea, la arteria poplítea da lugar a ramas, que irrigan los músculos adyacentes, y a una serie de arterias de la rodilla, que contribuyen a formar anastomosis vasculares alrededor de la articulación.

La vena poplítea es superficial a la arteria poplítea y viaja con ella. Sale de la fosa poplítea a nivel superior para convertirse en la vena femoral al atravesar el hiato del aductor.

Techo de la fosa poplítea

El techo de la fosa poplítea está cubierto por fascia superficial y piel (fig. 6.78C). La estructura más destacada en la fascia superficial es la vena safena menor. Este vaso asciende verticalmente en la fascia superficial sobre la parte posterior de la pierna desde la cara lateral del arco venoso dorsal del pie. Sube a la parte posterior de la rodilla, donde atraviesa la fascia profunda, que forma el techo de la fosa poplítea, y se une a la vena poplítea.

Otra estructura que pasa a través del techo de la fosa es el nervio cutáneo femoral posterior (v. pág. 510), que desciende a través del muslo, superficial a los músculos isquiotibiales, atraviesa el techo de la fosa poplítea, y después continúa hacia abajo con la vena safena menor para inervar la piel de la mitad superior de la porción posterior de la pierna.

PIERNA

La pierna es la parte de la extremidad inferior ubicada entre la articulación de la rodilla y la articulación del tobillo (fig. 6.79):

- A nivel proximal, la mayoría de las estructuras principales pasan entre el muslo y la pierna a través de la fosa poplítea, que está detrás de la rodilla o en relación con ella.
- A nivel distal, las estructuras pasan entre la pierna y el pie principalmente a través del túnel del tarso, situado en la cara posteromedial del tobillo, con la excepción de la arteria tibial anterior y los extremos de los nervios peroneo profundo y superficial, que entran en el pie por delante del tobillo.

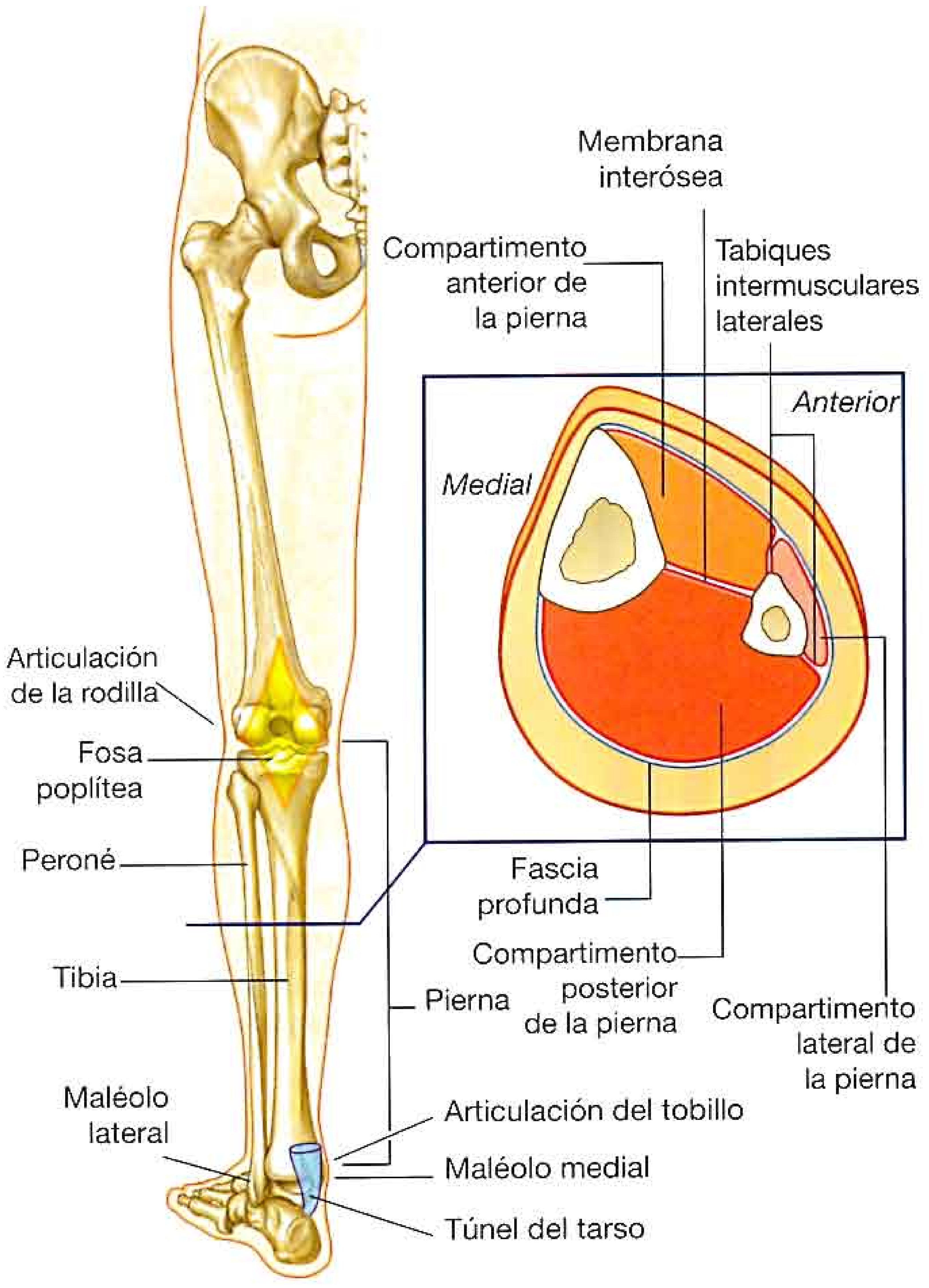


Fig. 6.79 Pierna. **A.** Vista posterior. **B.** Sección transversal a través de la pierna izquierda.

La estructura ósea de la pierna consta de dos huesos, la tibia y el peroné, dispuestos en paralelo.

El **peroné** es mucho más pequeño que la tibia y está en la parte lateral de la pierna. Se articula a nivel superior con la cara inferior del cóndilo medial de la porción proximal de la tibia, pero no forma parte de la articulación de la rodilla. El extremo distal del peroné está firmemente anclado a la tibia por una articulación fibrosa y forma el maléolo lateral de la articulación del tobillo.

La **tibia** es el hueso que soporta el peso de la pierna, y por tanto es mucho mayor que el peroné. Por encima, forma parte de la articulación de la rodilla y por debajo constituye el maléolo medial y la mayor parte de la superficie ósea de la articulación de la pierna con el pie en la articulación del tobillo.

La pierna se divide en los compartimentos anterior (extensor), posterior (flexor) y lateral (peroneo) por:

- Una membrana interósea, que une los bordes adyacentes de la tibia y el peroné a lo largo de la mayor parte de sus longitudes.
- Dos tabiques intermusculares, que pasan entre el peroné y la fascia profunda rodeando la extremidad.
- Mediante una inserción directa de la fascia profunda al periostio de los bordes anterior y medial de la tibia (fig. 6.79B).

Los músculos del compartimento anterior de la pierna realizan flexión dorsal del tobillo, extienden los dedos del pie e invierten el pie. Los músculos del compartimento posterior producen una flexión plantar del tobillo, flexionan los dedos del pie e invierten el pie. Los músculos del compartimento lateral evierten el pie. Los principales vasos y nervios irrigan, inervan o pasan a través de cada compartimento.

Huesos

Diáfisis y extremo distal de la tibia

La diáfisis de la tibia tiene una sección transversal triangular, unos bordes anterior, interóseo y posterior, y unas superficies medial, lateral y posterior (fig. 6.80):

- Los bordes anterior y medial, así como toda la superficie anterior, son subcutáneos y fáciles de palpar.
- El borde lateral está unido a lo largo de toda su longitud, mediante la membrana interósea, al borde interóseo del peroné.
- La superficie posterior está indicada por una línea oblicua (la línea del músculo sóleo).

La línea del músculo sóleo desciende a través del hueso desde la cara lateral hasta la medial, donde se funde con el borde medial. Además, una línea vertical desciende por la parte superior de la superficie posterior desde el punto medio de la línea del músculo sóleo. Desaparece en el tercio inferior de la tibia.

La diáfisis de la tibia se expande en los extremos superior e inferior para soportar el peso del cuerpo en las articulaciones de la rodilla y del tobillo.

El extremo distal de la tibia tiene forma de caja rectangular, con una protuberancia ósea en el lado medial (el **maléolo medial**; fig. 6.80). La parte superior de la caja se continúa con la diáfisis de la tibia, mientras que la superficie inferior y el maléolo medial se articulan con uno de los huesos del tarso (el astrágalo) para formar una gran parte de la articulación del tobillo.

La superficie posterior del extremo distal en forma de caja de la tibia está delimitada por un surco vertical, que continúa en sentido inferior y medial hacia la superficie posterior del maléolo medial. El surco es para el tendón del músculo tibial posterior.

La superficie lateral del extremo distal de la tibia está ocupada por una escotadura triangular profunda (la **escotadura peronea**), a la cual se ancla la cabeza distal del peroné mediante una parte engrosada de la membrana interósea.

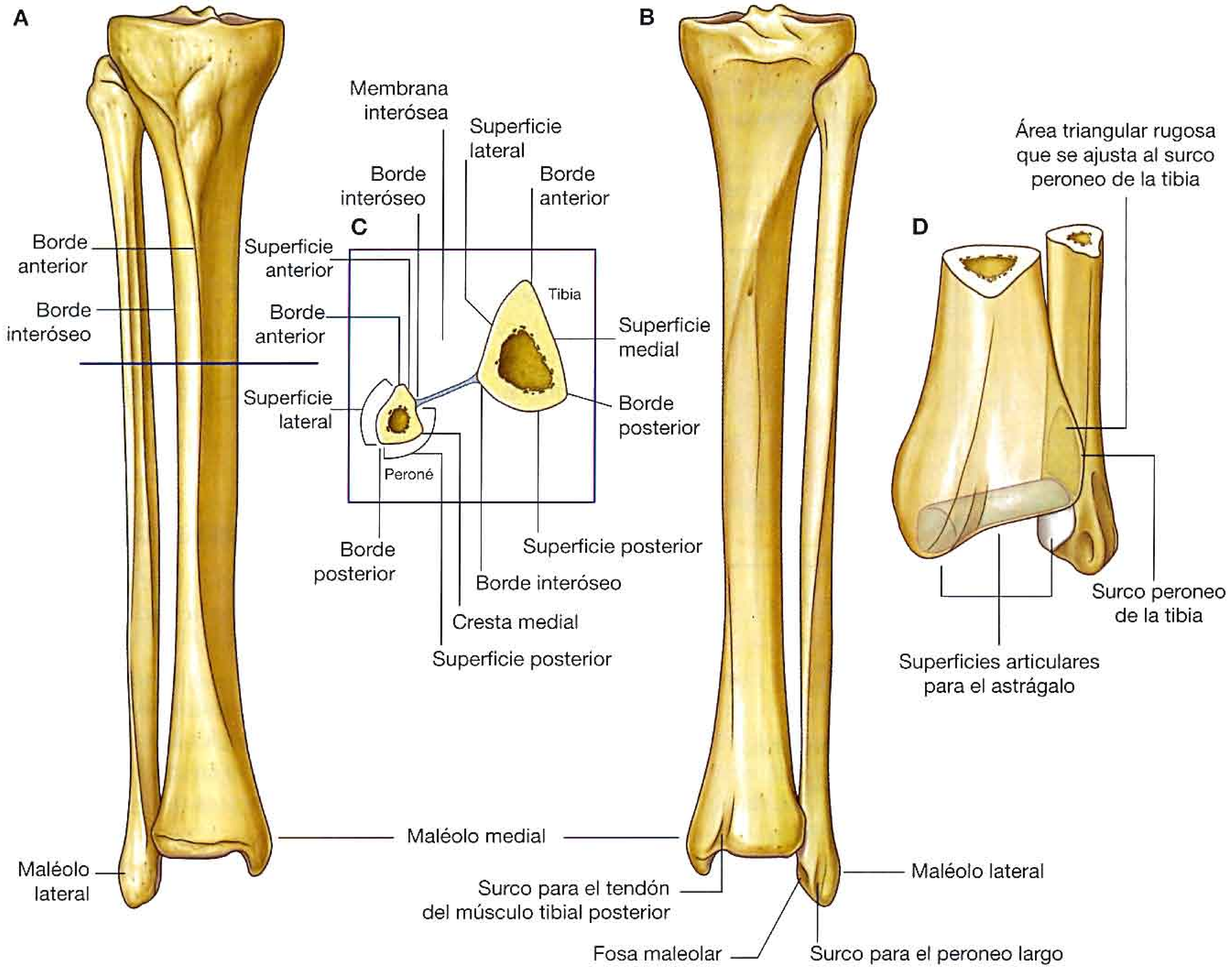


Fig. 6.80 Tibia y peroné. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterior. **C.** Sección transversal a través de la diáfisis. **D.** Vista posteromedial de los extremos distales.

Diáfisis y extremo distal del peroné

El peroné no soporta el peso del cuerpo. La diáfisis peronea es, por tanto, mucho más estrecha que la de la tibia. Además, y excepto por sus extremos, el peroné está rodeado de músculos.

Como la tibia, la diáfisis del peroné tiene una sección triangular y presenta tres bordes y tres superficies para la inserción de músculos, los tabiques intermusculares y los ligamentos (fig. 6.80). El borde interóseo se enfrenta y está unido al borde lateral de la tibia mediante la membrana interósea. Los tabiques intermusculares se insertan en los bordes anterior y posterior. Los músculos se insertan en las tres superficies.

La estrecha **superficie medial** mira al compartimento anterior de la pierna, la **superficie lateral** al compartimento lateral y la **superficie posterior** al compartimento posterior de la pierna.

La superficie posterior está delimitada por una cresta vertical **(cresta medial)**, que divide la superficie posterior en dos partes, cada una unida a un músculo flexor profundo diferente.

El extremo distal del peroné se expande hasta constituir el **maléolo lateral** en forma de pala (fig. 6.80).

La superficie medial del maléolo lateral tiene una carilla que se articula con la superficie lateral del astrágalo, formando así la parte lateral de la articulación del tobillo. Justo por encima de está carilla articular existe un área triangular, que se ajusta en la escotadura peronea en el extremo distal de la tibia. Aquí el peroné y la tibia están unidos por el extremo distal de la membrana interósea. Posteroinferior a la carilla para la articulación con el astrágalo hay una depresión o fosa (la **fosa maleolar**) para la inserción del ligamento astragaloperoneo posterior asociado con la articulación del tobillo.

La superficie posterior del maléolo lateral está delimitada por un surco superficial para los tendones de los músculos peroneo largo y peroneo corto.

Articulaciones

Membrana interósea de la pierna

La membrana interósea de la pierna es un hoja fibrosa resistente de tejido conjuntivo que se extiende entre los bordes enfrentados de las diáfisis tibial y peronea (fig. 6.81). Las fibras de colágeno descienden en sentido oblicuo desde el borde lateral de la tibia hasta el borde interóseo del peroné, excepto a nivel superior, donde hay una banda ligamentosa que asciende desde la tibia hasta el peroné.

Existen dos aberturas en la membrana interósea: una en la parte superior y otra en la inferior, para el paso de los vasos entre los compartimentos anterior y posterior de la pierna.

La membrana interósea no sólo une la tibia y el peroné, sino que también amplía el área para la inserción muscular.

Los extremos distales del peroné y de la tibia se mantienen juntos por la cara inferior de la membrana interósea, que se extiende en el espacio estrecho situado entre la escotadura peronea en la superficie lateral de la cabeza tibial y la superficie correspondiente de la cabeza peronea. Este extremo expandido de la membrana interósea está reforzado por los **ligamentos tibioperoneos anterior** y **posterior.** Esta unión firme de los extremos distales de la tibia y el peroné es esencial para conseguir la estructura esquelética para la articulación con el pie a nivel de la articulación del tobillo.

Compartimento posterior de la pierna

Músculos

Los músculos del compartimento posterior (flexor) de la pierna se organizan en dos grupos, superficial y profundo, separados por una capa de fascia profunda. En general, los músculos principalmente flexionan en sentido plantar e invierten el pie y flexionan los dedos del pie. Todos están inervados por el nervio tibial.

Grupo superficial

El grupo superficial de músculos del compartimento posterior de la pierna comprende tres músculos: gastrocnemio, plantar y sóleo (tabla 6.6), todos los cuales se insertan en el talón (calcáneo) del pie y permiten la flexión plantar del mismo en la articulación del tobillo (fig. 6.82). En conjunto, estos músculos son grandes y potentes porque impulsan el cuerpo hacia delante durante la marcha y pueden elevar el cuerpo sobre los

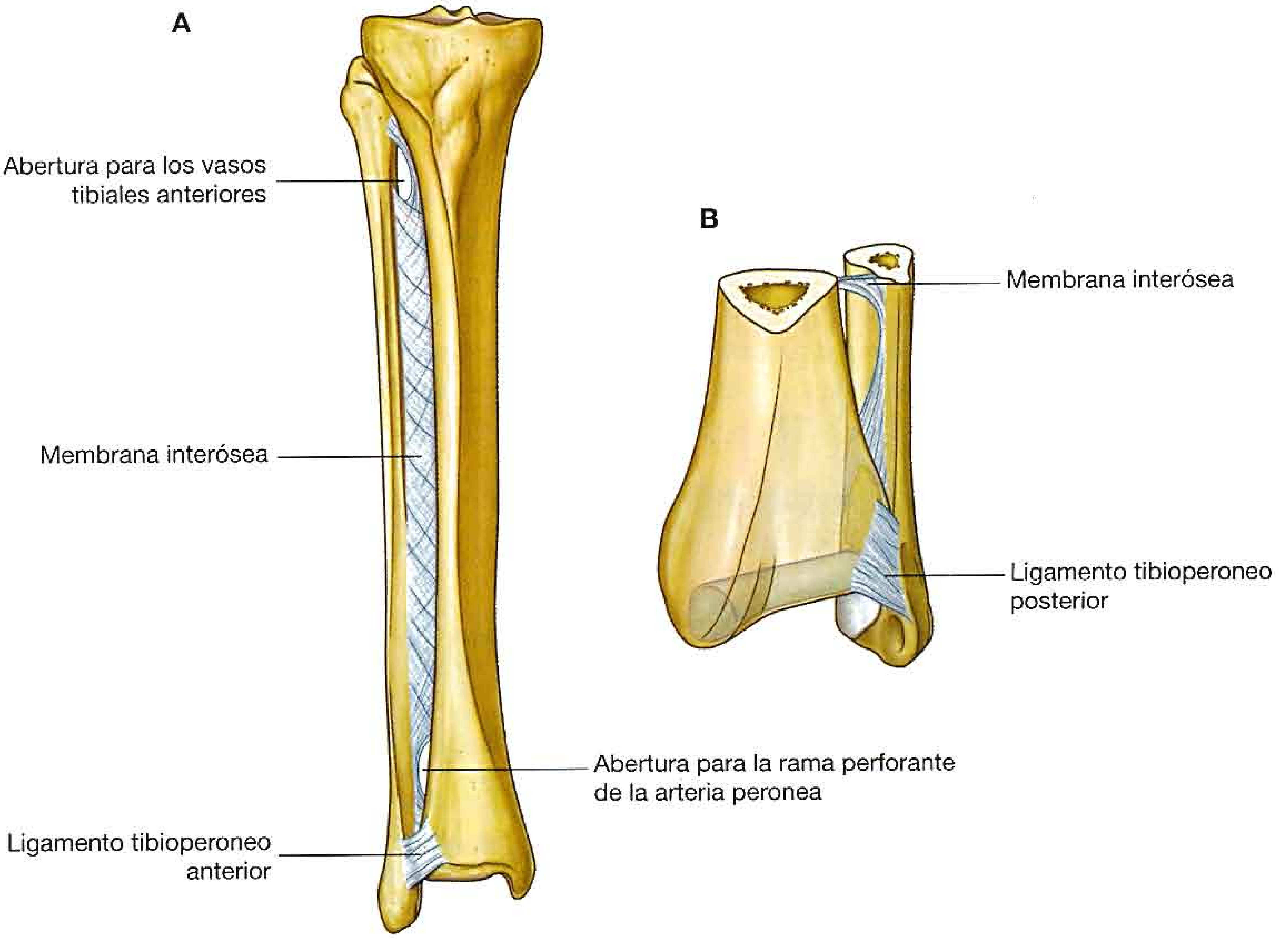


Fig. 6.81 Membrana interósea. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterolateral.

pies en bipedestación. Dos de los músculos (gastrocnemio y plantar) se originan en el extremo distal de la tibia, por lo que también pueden flexionar la rodilla.

Gastrocnemio

El músculo **gastrocnemio** es el más superficial de los músculos del compartimento posterior y constituye uno de los músculos más grandes de la pierna (fig. 6.82). Se origina en dos cabezas, una lateral y una medial:

- La **cabeza medial** se inserta en una rugosidad alargada, situada sobre la cara posterior del extremo distal del fémur, justo por detrás del tubérculo aductor y por encima de la superficie articular del cóndilo medial.
- La **cabeza lateral** se origina en una carilla especial sobre la superficie lateral superior del cóndilo femoral lateral, donde se une a la línea supracondílea lateral.

En la rodilla, los bordes enfrentados de las dos cabezas del gastrocnemio forman los bordes lateral y medial del extremo inferior de la fosa poplítea.

En la parte superior de la pierna, las cabezas del gastrocnemio se combinan para formar un solo vientre muscular alargado, que constituye la mayor parte del volumen de partes blandas que se identifica como **pantorrilla.**

En la parte inferior de la pierna, las fibras musculares del gastrocnemio convergen con las del músculo sóleo, más profundo, para formar el **tendón calcáneo**, que se inserta en el calcáneo (talón) del pie.

El gastrocnemio produce la flexión plantar del pie en la articulación del tobillo y además puede flexionar la pierna en la articulación de la rodilla. Está inervado por el nervio tibial.

Plantar

El **plantar** tiene un pequeño vientre muscular a nivel proximal y un fino tendón alargado que desciende a través de la pierna y se une al tendón calcáneo (fig. 6.82). El músculo se origina a nivel superior en la parte inferior de la cresta supracondílea lateral del fémur, y en el ligamento poplíteo oblicuo asociado con la articulación de la rodilla.

El corto cuerpo muscular fusiforme del plantar desciende en sentido medial, en profundidad respecto a la cabeza lateral del gastrocnemio, y forma un tendón fino que pasa entre los músculos gastrocnemio y sóleo, y finalmente se fusiona con la cara medial del tendón calcáneo cerca de su inserción en el calcáneo.

El plantar contribuye a la flexión plantar del pie en la articulación del tobillo y a la flexión de la pierna en la articulación de la rodilla, y está inervado por el nervio tibial.

Sóleo

El sóleo es un gran músculo plano situado debajo del músculo gastrocnemio (fig. 6.82). Se inserta en los extremos proximales del peroné y la tibia, y a un ligamento tendinoso, que se extiende entre las dos cabezas de inserción al peroné y la tibia:

- En el extremo proximal del peroné, el sóleo se origina en la cara posterior de la cabeza y la superficie adyacente del cuello y porción superior de la diáfisis del peroné.
- Sobre la tibia, el sóleo tiene su origen en la línea del músculo sóleo y el borde medial adyacente.
- El ligamento, que se extiende entre las inserciones de la tibia y el peroné, se arquea sobre los vasos poplíteos y el nervio tibial a su paso desde la fosa poplítea hasta la región profunda del compartimento posterior de la pierna.

En la porción inferior de la pierna, el músculo sóleo se estrecha para unirse al tendón calcáneo, que se inserta en el calcáneo.

El músculo sóleo, junto al gastrocnemio y al plantar, producen la flexión plantar del pie en la articulación del tobillo. Está inervado por el nervio tibial.

Tabla 6.6 Grupo superficial de músculos del compartimento posterior de la pierna (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Gastrocnemio	Cabeza medial: superficie posterior de la porción distal de la tibia justo por encima del cóndilo medial; cabeza lateral: superficie posterolateral superior del cóndilo femoral lateral	A través del tendón del calcáneo en la superficie posterior del calcáneo	Nervio tibial (**S1, S2**)	Flexión plantar del pie y flexión de la rodilla
Plantar	Parte inferior de la línea supracondílea lateral del fémur y ligamento poplíteo oblicuo de la rodilla	A través del tendón del calcáneo en la superficie posterior del calcáneo	Nervio tibial (**S1**, S2)	Flexión plantar del pie y flexión de la rodilla
Sóleo	Línea del músculo sóleo y borde medial de la tibia; cara posterior de la cabeza del peroné y superficies adyacentes del cuello y de la porción proximal de la diáfisis; arco tendinoso entre las inserciones tibial y peronea	A través del tendón del calcáneo en la superficie posterior del calcáneo	Nervio tibial (S1, **S2**)	Flexión plantar del pie

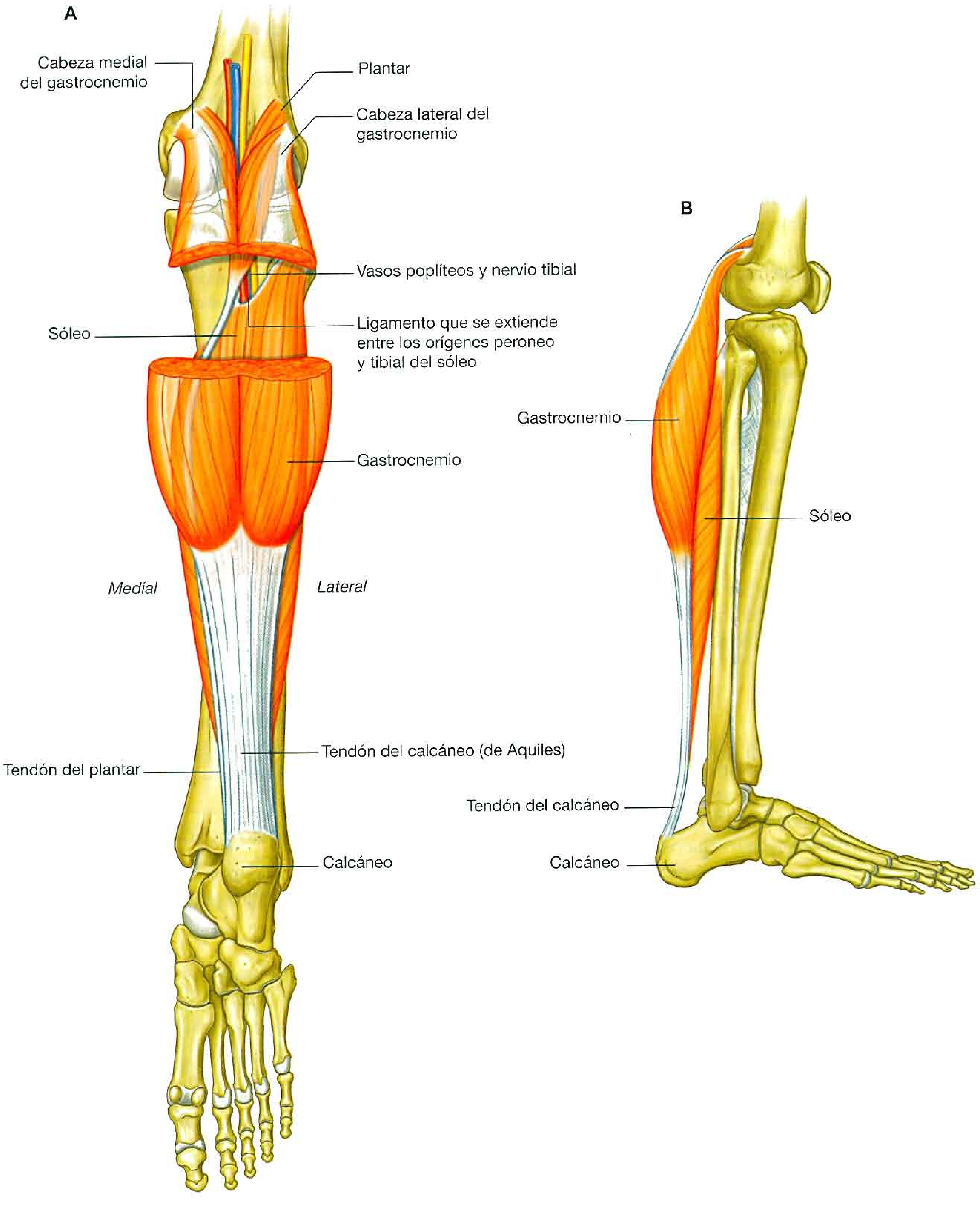


Fig. 6.82 Grupo superficial de músculos del compartimento posterior de la pierna. **A.** Vista posterior. **B.** Vista medial.

Conceptos prácticos

Exploración neurológica de las piernas

Algunos de los trastornos más frecuentes que afectan a las piernas son las neuropatías periféricas (sobre todo la asociada con la diabetes mellitus), las lesiones radiculares lumbares (asociadas con trastornos de los discos intervertebrales), la parálisis del nervio peroneo y la paraparesia espástica.

- **Identificar la hipotrofia muscular:** la pérdida de masa muscular puede indicar una pérdida o reducción de la inervación.
- **Comprobar la fuerza de cada grupo muscular:** flexión de la cadera (L1, L2 [iliopsoas]: elevación de la pierna); flexión de la rodilla (L5 a S2 [isquiotibiales]: el paciente trata de doblar la rodilla mientras el explorador aplica una fuerza en la pierna para mantener la rodilla en extensión); extensión de la rodilla (L3, L4 [cuádriceps femoral]: el paciente intenta mantener la pierna recta, mientras el explorador aplica una fuerza en ella para flexionar la articulación de la rodilla); flexión plantar del tobillo (S1, S2: el paciente empuja el pie hacia abajo mientras el explorador aplica una fuerza en la superficie plantar del pie para provocar una flexión dorsal de la articulación del tobillo); flexión dorsal del tobillo (L4, L5: el paciente tira del pie hacia arriba mientras el explorador aplica una fuerza en la cara dorsal del mismo para provocar una flexión plantar en la articulación del tobillo).
- **Explorar los reflejos de la rodilla y del tobillo:** un pequeño golpe con un martillo de reflejos sobre el tendón rotuliano explora los reflejos de los niveles vertebrales L3/L4, y dicha acción sobre el calcáneo explora los reflejos a nivel vertebral S1/S2.
- **Evaluar la aferencia sensitiva general de los niveles medulares lumbar y sacro superior:** se explora la sensibilidad táctil fina, la punción y la vibración de los dermatomas de la extremidad inferior.

Grupo profundo

Existen cuatro músculos en el compartimento posterior profundo de la pierna (fig. 6.83): el poplíteo, el flexor largo del dedo gordo, el flexor largo de los dedos y el tibial posterior (tabla 6.7). El músculo poplíteo actúa sobre la rodilla, mientras que los otros tres lo hacen principalmente sobre el pie.

Poplíteo

El **poplíteo** es el más pequeño y superior de los músculos profundos del compartimento posterior de la pierna y desbloquea la rodilla extendida al iniciarse la flexión. Tiene forma plana y triangular, forma parte del suelo de la fosa poplítea (fig. 6.83) y se inserta por debajo de la región triangular, sobre la línea del músculo sóleo en la superficie posterior de la tibia.

El músculo poplíteo asciende a nivel lateral a través de la cara inferior de la rodilla y forma un tendón, que atraviesa la membrana fibrosa de la cápsula articular de la rodilla. El tendón continúa su ascenso lateral alrededor de la articulación, donde pasa entre el menisco lateral y la membrana fibrosa, y después al interior del surco de la cara inferolateral del cóndilo femoral lateral. Se inserta en una depresión en el extremo anterior del surco.

Cuando se está en bipedestación, la contracción del poplíteo rota en sentido lateral el fémur sobre la tibia fija, de forma que desbloquea la articulación de la rodilla. El músculo poplíteo está inervado por el nervio tibial.

Flexor largo del dedo gordo

El flexor largo del dedo gordo se origina en la cara lateral del compartimento posterior de la pierna y se inserta en la superfi-

Tabla 6.7 Grupo profundo de músculos del compartimento posterior de la pierna (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Poplíteo	Superficie posterior de la porción proximal de la tibia	Cóndilo femoral lateral	Nervio tibial (L4 a S1)	Desbloquea la articulación de la rodilla (rota en sentido lateral el fémur sobre la tibia fijada)
Flexor largo del dedo gordo	Superficie posterior del peroné y membrana interósea adyacente	Superficie plantar de la falange distal del dedo gordo	Nervio tibial (**S2**, S3)	Flexiona el dedo gordo
Flexor largo de los dedos	Cara medial de la superficie posterior de la tibia	Superficies plantares de las bases de las falanges distales de los cuatro dedos laterales	Nervio tibial (**S2**, S3)	Flexiona los cuatro dedos laterales del pie
Tibial posterior	Superficies posteriores de la membrana interósea y regiones adyacentes de la tibia y el peroné	Sobre todo en la tuberosidad de la región navicular y adyacente del cuneiforme medial	Nervio tibial (**L4**, **L5**)	Inversión y flexión plantar del pie; sostiene el arco medial del pie durante la marcha

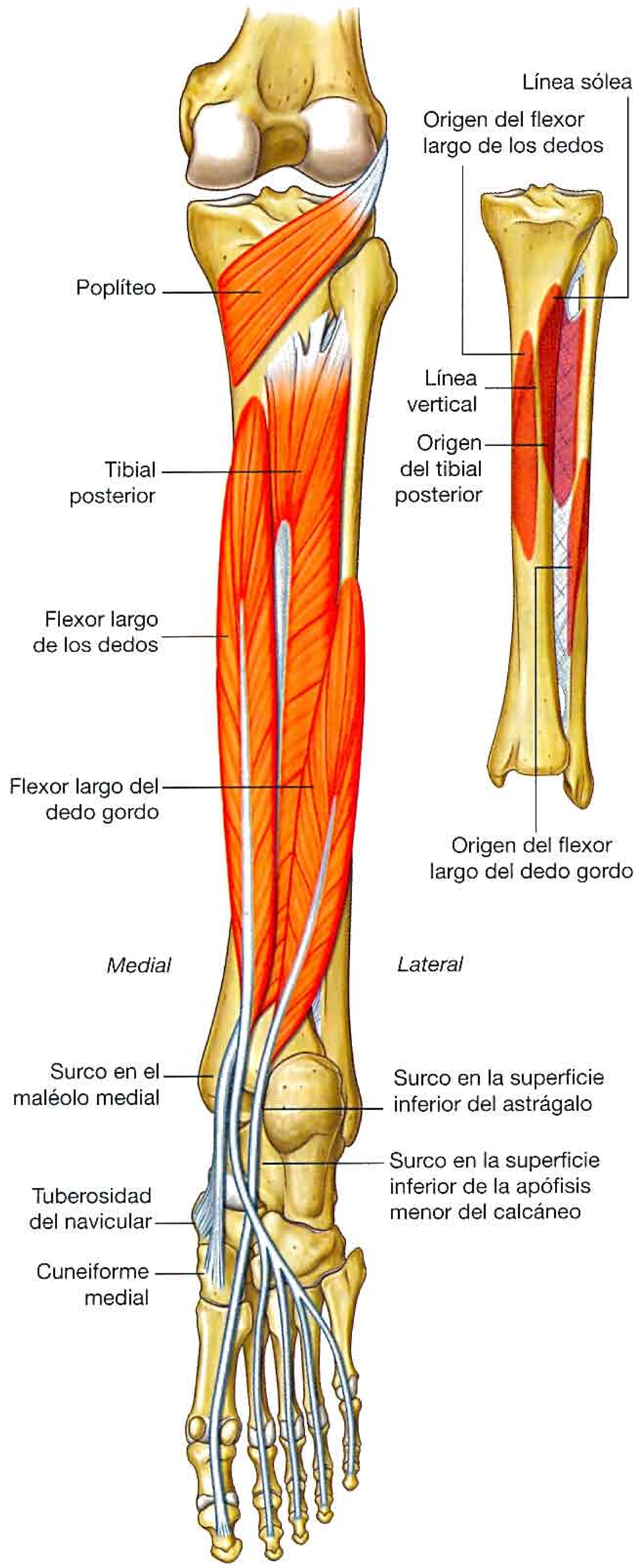


Fig. 6.83 Grupo profundo de músculos del compartimento posterior de la pierna.

cie plantar del dedo gordo, en la cara medial del pie (fig. 6.83). Procede sobre todo de los dos tercios inferiores de la superficie posterior del peroné y de la membrana interósea adyacente.

Las fibras musculares del flexor largo del dedo gordo convergen a nivel inferior hasta constituir un gran tendón en forma de cordón, que pasa por detrás de la cabeza distal de la tibia y después se desliza hacia un nítido surco, situado en la superficie posterior del hueso del tarso adyacente (astrágalo) del pie. El tendón se curva a nivel anterior primero debajo del astrágalo y después debajo de una cubierta ósea (sustentáculo del astrágalo), que se proyecta en sentido medial desde el calcáneo. Luego continúa en sentido anterior a través de la planta del pie para insertarse en la superficie inferior de la base de la falange proximal del dedo gordo.

El flexor largo del dedo gordo flexiona el primer dedo. Es particularmente activo durante la fase de la marcha de despegue del dedo gordo, cuando el cuerpo se impulsa hacia delante sobre la pierna apoyada y el primer dedo es la última parte del pie que abandona el suelo. También puede contribuir a la flexión plantar del pie en la articulación del tobillo y está inervado por el nervio tibial.

Flexor largo de los dedos

El músculo flexor largo de los dedos se origina en la cara medial del compartimento posterior de la pierna y se inserta en los cuatro dedos laterales del pie (fig. 6.83). Procede sobre todo de la cara medial de la superficie posterior de la tibia por debajo de la línea del músculo sóleo.

El flexor largo de los dedos desciende por la pierna y forma un tendón, que cruza por detrás del tendón del músculo tibial posterior, cerca de la articulación del tobillo. El tendón continúa hacia abajo por un surco poco profundo situado detrás del maléolo medial, y después gira hacia delante para entrar en la planta del pie. Cruza por debajo del tendón del músculo flexor largo del dedo gordo hasta alcanzar la cara medial del pie, y luego se divide en cuatro tendones, que se insertan en las superficies plantares de las bases de las falanges distales de los dedos II a V.

El flexor largo de los dedos flexiona los cuatro dedos laterales. Participa en la fase de agarre al suelo durante la marcha y en el impulso del cuerpo hacia delante al levantar los dedos del pie al final de la fase de apoyo de la marcha. Está inervado por el nervio tibial.

Tibial posterior

El músculo tibial posterior se origina en la membrana interósea y en las superficies posteriores adyacentes de la tibia y el peroné (fig. 6.83). Está dispuesto entre el músculo flexor largo de los dedos y el flexor largo del dedo gordo, con los que se solapa.

Cerca del tobillo, el tendón del tibial posterior es cruzado a nivel superficial por el tendón del músculo flexor largo de los dedos, y se dispone medial a él en el surco de la superficie posterior del maléolo medial. El tendón se curva hacia delante bajo el maléolo medial y entra en la cara medial del pie. Rodea el margen medial del pie para insertarse en las superficies

plantares de los huesos mediales del tarso, sobre todo en la tuberosidad del navicular y en la región adyacente del cuneiforme medial.

El tibial posterior invierte y flexiona el pie en sentido plantar, y soporta el arco medial del pie durante la marcha. Está inervado por el nervio tibial.

Arterias

Arteria poplítea

La **arteria poplítea** proporciona el principal aporte sanguíneo de la pierna y el pie, y entra en el compartimento posterior de la pierna desde la fosa poplítea por detrás de la rodilla (fig. 6.84).

Esta arteria pasa al interior del compartimento posterior de la pierna entre los músculos gastrocnemio y poplíteo. En su camino en sentido inferior pasa por debajo del arco tendinoso formado entre las cabezas femoral y tibial del músculo sóleo y entra en la región profunda del compartimento posterior de la pierna, donde se divide inmediatamente en una arteria tibial anterior y una arteria tibial posterior.

Arteria tibial anterior

La **arteria tibial anterior** pasa hacia delante a través de la abertura existente en la parte superior de la membrana interósea y entra en el compartimento anterior, al que irriga. Continúa hacia abajo sobre la cara dorsal del pie.

Arteria tibial posterior

La **arteria tibial posterior** irriga los compartimentos posterior y lateral de la pierna y continúa hacia la planta del pie (fig. 6.84).

La arteria tibial posterior desciende a través de la región profunda del compartimento posterior de la pierna sobre la cara superficial de los músculos tibial posterior y flexor largo de los dedos. Pasa a través del túnel del tarso por detrás del maléolo medial y se dirige hacia la planta del pie.

En la pierna, la arteria tibial posterior irriga los músculos y huesos adyacentes y tiene dos ramas principales: la arteria peronea circunfleja y la arteria peronea:

- La **arteria circunfleja peronea** pasa a nivel lateral a través del músculo sóleo y alrededor del cuello del peroné hasta conectar con la red anastomótica de vasos que rodea la rodilla (fig. 6.84, v. también fig. 6.76).
- La **arteria peronea** transcurre paralela al trayecto de la arteria tibial, pero desciende a lo largo de la cara lateral del compartimento posterior adyacente a la cresta medial situada sobre la superficie posterior del peroné, que separa las inserciones de los músculos tibial posterior y flexor largo del dedo gordo.

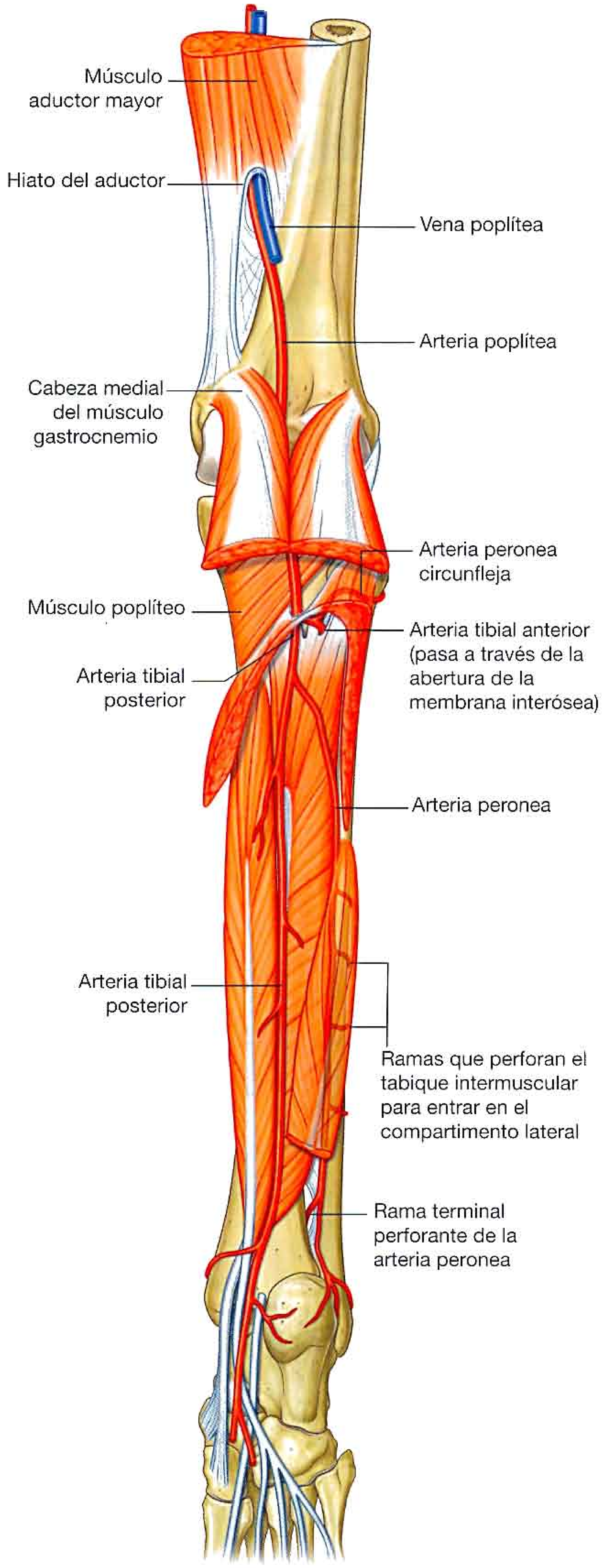


Fig. 6.84 Arterias del compartimento posterior de la pierna.

La arteria peronea irriga los músculos y huesos adyacentes en el compartimento posterior de la pierna y también tiene ramas que pasan en sentido lateral a través del tabique intermuscular para irrigar los músculos peroneos del compartimento lateral de la pierna.

Una **rama perforante** que se origina en la arteria peronea en la porción distal de la pierna, pasa a nivel anterior a través de la abertura inferior existente en la membrana interósea para anastomosarse con una rama de la arteria tibial anterior.

La arteria peronea pasa por detrás de la inserción que hay entre los extremos distales de la tibia y el peroné, y termina en una red de vasos situados sobre la superficie lateral del calcáneo.

Venas

Las venas profundas del compartimento posterior suelen seguir a las arterias.

Nervios

Nervio tibial

El nervio asociado con el compartimento posterior de la pierna es el nervio tibial (fig. 6.85), un ramo principal del nervio ciático que desciende al compartimento posterior desde la fosa poplítea.

El nervio tibial pasa debajo del arco tendinoso formado entre las cabezas femoral y tibial del músculo sóleo, y después sigue en vertical a través de la región profunda del compartimento posterior de la pierna sobre la superficie del músculo tibial anterior con los vasos tibiales posteriores.

El nervio tibial deja el compartimento posterior de la pierna en el tobillo atravesando el túnel del tarso por detrás del maléolo medial. Entra en el pie para irrigar la mayor parte de los músculos intrínsecos y de la piel.

En la pierna, el nervio tibial da lugar a:

- Ramos que inervan todos los músculos del compartimento posterior de la pierna.
- Dos ramos cutáneos: el **nervio sural** y el **nervio calcáneo medial.**

Los ramos del nervio tibial que inervan el grupo superficial de músculos del compartimento posterior y el músculo poplíteo del grupo profundo se originan a un nivel alto en la pierna entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio en la región distal de la fosa poplítea (fig. 6.86). Estos ramos inervan los músculos gastrocnemio, plantar y sóleo, y pasan en mayor profundidad al interior del músculo poplíteo.

Los ramos a los músculos profundos del compartimento posterior se originan en el nervio tibial situado en profundi-

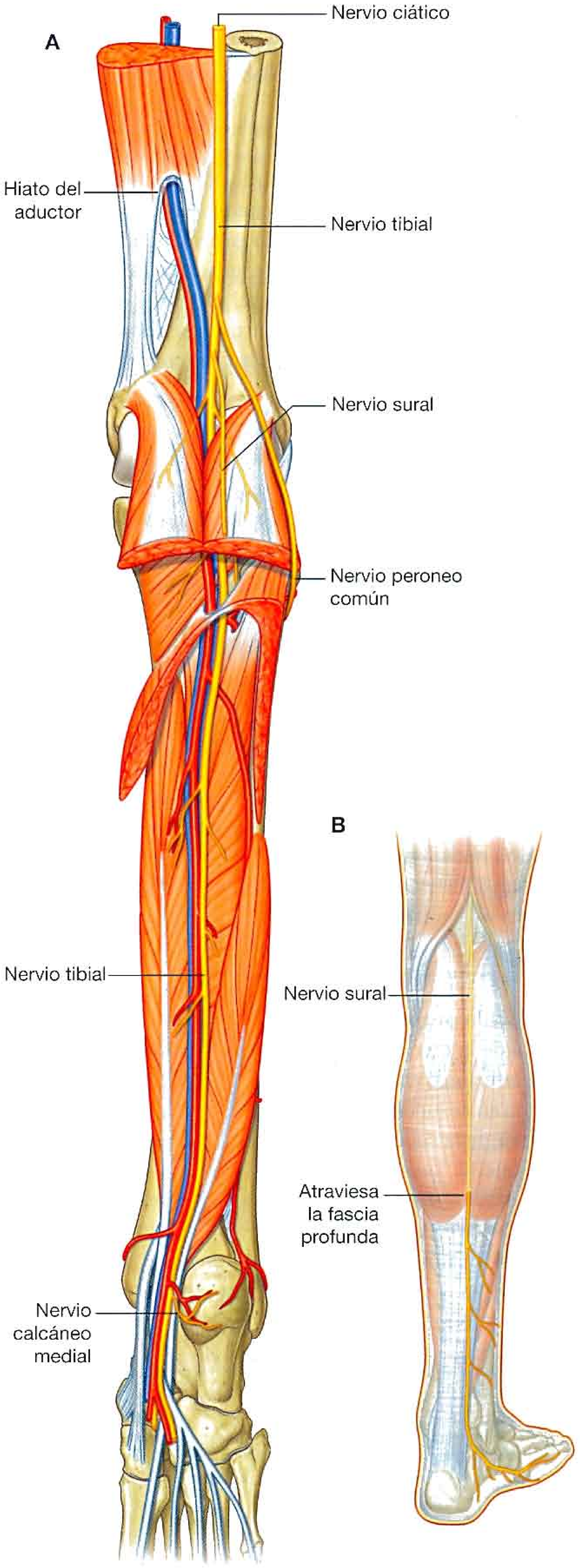


Fig. 6.85 Nervio tibial. A. Vista posterior. B. Nervio sural.

dad respecto al músculo sóleo en la mitad superior de la pierna e inervan los músculos tibial posterior, flexor largo del dedo gordo y flexor largo de los dedos.

Nervio sural

El nervio sural se origina a un nivel alto en la pierna entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio (fig. 6.85). Desciende superficial al vientre del músculo gastrocnemio y penetra en la fascia profunda en la mitad de la pierna. Desciende por la pierna alrededor del maléolo lateral y al pie.

El nervio sural inerva la piel existente sobre la superficie posterolateral e inferior de la pierna, así como la zona lateral del pie y el quinto dedo.

Nervio calcáneo medial

El nervio calcáneo medial suele ser múltiple. Se origina en el nervio tibial a un nivel bajo en la pierna cerca del tobillo y desciende hacia la cara medial del talón.

Este nervio inerva la piel de la superficie medial y la planta del talón (fig. 6.85).

Compartimento lateral de la pierna

Músculos

Hay dos músculos en el compartimento lateral de la pierna: el peroneo largo y el corto (fig. 6.86 y tabla 6.8). Ambos evierten el pie (vuelven la planta en sentido lateral) y están inervados por el nervio peroneo superficial, que es un ramo del nervio peroneo común.

Peroneo largo

El músculo **peroneo largo** se origina en el compartimento lateral de la pierna, pero su tendón cruza por debajo del pie para insertarse en los huesos de la cara medial (fig. 6.86). Se origina en la superficie lateral superior del peroné y en la cara anterior de la cabeza peronea y región adyacente del cóndilo tibial lateral.

El nervio peroneo común pasa por delante alrededor del cuello del peroné, entre las inserciones del peroneo largo hasta la cabeza y diáfisis del peroné.

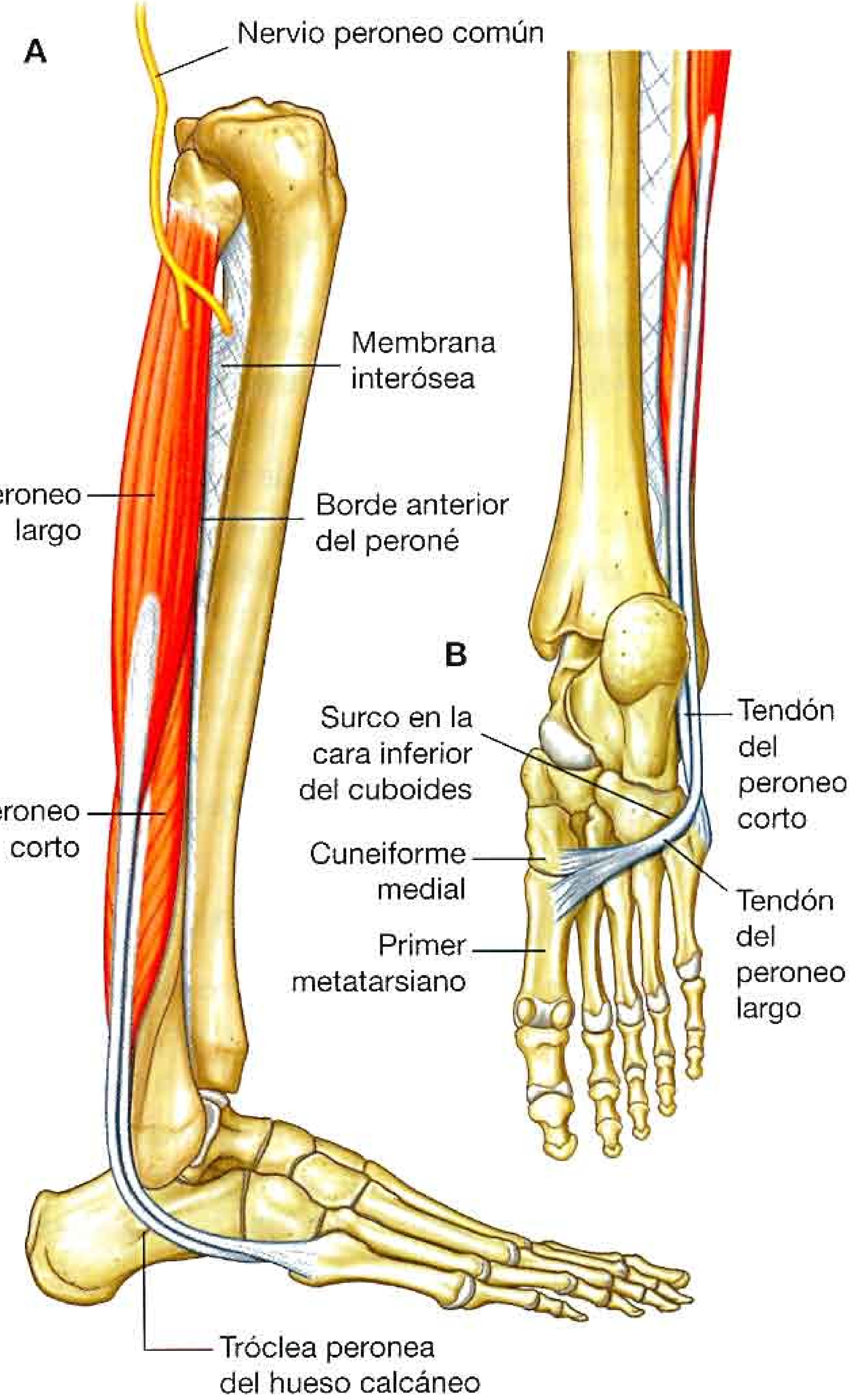


Fig. 6.86 Músculos del compartimento lateral de la pierna. **A.** Vista lateral. **B.** Vista inferior del pie izquierdo, con el pie en flexión plantar a nivel de la articulación del tobillo.

A nivel distal, el peroneo largo desciende por la pierna hasta formar un tendón, que en el siguiente orden:

- Pasa por detrás del maléolo lateral por un surco óseo superficial.
- Gira hacia delante para entrar en la cara lateral del pie.

Tabla 6.8 Músculos del compartimento lateral de la pierna (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Peroneo largo	Superficie lateral superior del peroné, cabeza del peroné y cóndilo tibial lateral	Superficie inferior de las caras laterales del extremo distal del cuneiforme medial y base del primer metatarsiano	Nervio peroneo superficial (L5, **S1**, S2)	Eversión y flexión plantar del pie; sostiene los arcos del pie
Peroneo corto	Dos tercios inferiores de la superficie lateral de la diáfisis del peroné	Tubérculo lateral en la base del quinto metatarsiano	Nervio peroneo superficial (L5, **S1**, S2)	Eversión del pie

- Desciende en sentido oblicuo por la cara lateral del pie, donde se curva hacia delante bajo un tubérculo óseo (tróclea peronea) del calcáneo.
- Entra en un surco profundo en la superficie inferior de uno de los otros huesos del tarso (el cuboides).
- Gira bajo el pie para cruzar la planta e insertarse en las superficies inferiores de los huesos en la cara medial del pie (caras laterales de la base del primer metatarsiano y extremo distal del cuneiforme medial).

El peroneo largo evierte y flexiona el pie en sentido plantar. Además, los músculos peroneo largo, tibial anterior y tibial posterior, que se insertan en la superficie inferior de los huesos de la cara medial del pie, actúan juntos como estribo para soportar los arcos del pie. El peroneo largo soporta sobre todo los arcos lateral y transverso.

El peroneo largo está inervado por el nervio peroneo superficial.

Peroneo corto

El músculo peroneo corto está en profundidad respecto al músculo peroneo largo en la pierna y se origina en los dos tercios inferiores de la superficie lateral de la diáfisis del peroné (fig. 6.86).

El tendón del peroneo corto pasa por detrás del maléolo lateral junto al tendón del músculo peroneo largo, y después se curva hacia delante a través de la superficie lateral del calcáneo para insertarse en un tubérculo situado sobre la superficie lateral de la base del V metatarsiano (el metatarsiano asociado con el quinto dedo).

El peroneo corto ayuda a la eversión del pie y está inervado por el nervio peroneo superficial.

Arterias

Ninguna arteria principal pasa en dirección vertical a través del compartimento lateral de la pierna. Está irrigado por ramas (sobre todo procedentes de la arteria peronea en el compartimento posterior de la pierna) que penetran en el compartimento lateral (fig. 6.87).

Venas

Las venas profundas siguen generalmente a las arterias.

Nervios

Nervio peroneo superficial

El nervio asociado con el compartimento lateral de la pierna es el **nervio peroneo superficial.** Este nervio se origina como uno de los dos principales ramos del nervio peroneo común, que entra en el compartimento lateral de la pierna desde la fosa poplítea (fig. 6.87B).

El nervio peroneo común se origina del nervio ciático en el compartimento posterior del muslo o en la fosa poplítea (fig. 6.87A) y sigue el borde medial del tendón del bíceps femoral sobre la cabeza lateral del músculo gastrocnemio y hacia el peroné. Allí da origen a dos ramos cutáneos que descienden por la pierna:

- El **nervio comunicante sural,** que se une al ramo sural del nervio tibial y contribuye a la inervación de la piel sobre la cara posterolateral inferior de la pierna.
- El **nervio cutáneo sural lateral,** que inerva la piel situada sobre la parte superolateral de la pierna.

El nervio peroneo común continúa alrededor del cuello del peroné y entra en el compartimento lateral, pasando entre las inserciones del músculo peroneo largo a la cabeza y diáfisis del peroné. Aquí el nervio peroneo común se divide en sus dos ramos terminales:

- El nervio peroneo superficial.
- El nervio peroneo profundo.

El nervio peroneo superficial desciende por el compartimento lateral en profundidad respecto al peroneo largo e inerva al peroneo largo y al peroneo corto (fig. 6.87B). Después penetra en la fascia profunda en la porción inferior de la pierna y entra en el pie, donde se divide en los ramos medial y lateral, que inervan áreas dorsales del pie y de los dedos, excepto:

- El espacio existente entre el primer y el segundo dedos, que está inervado por el nervio peroneo profundo.
- La cara lateral del quinto dedo, inervada por el ramo sural del nervio tibial.

El nervio peroneo profundo pasa en sentido anteromedial a través del tabique intermuscular hacia el compartimento anterior de la pierna, al que inerva.

Compartimento anterior de la pierna

Músculos

Existen cuatro músculos en el compartimento anterior de la pierna: el tibial anterior, el extensor largo del dedo gordo, el extensor largo de los dedos y el tercer peroneo (fig. 6.88 y tabla 6.9). En conjunto producen una flexión dorsal del pie en la articulación del tobillo, extienden los dedos e invierten el pie. Todos están inervados por el nervio peroneo profundo, que es un ramo del nervio peroneo común.

Tibial anterior

El músculo **tibial anterior** es el más anterior y medial de los músculos del compartimento anterior de la pierna (fig. 6.88).

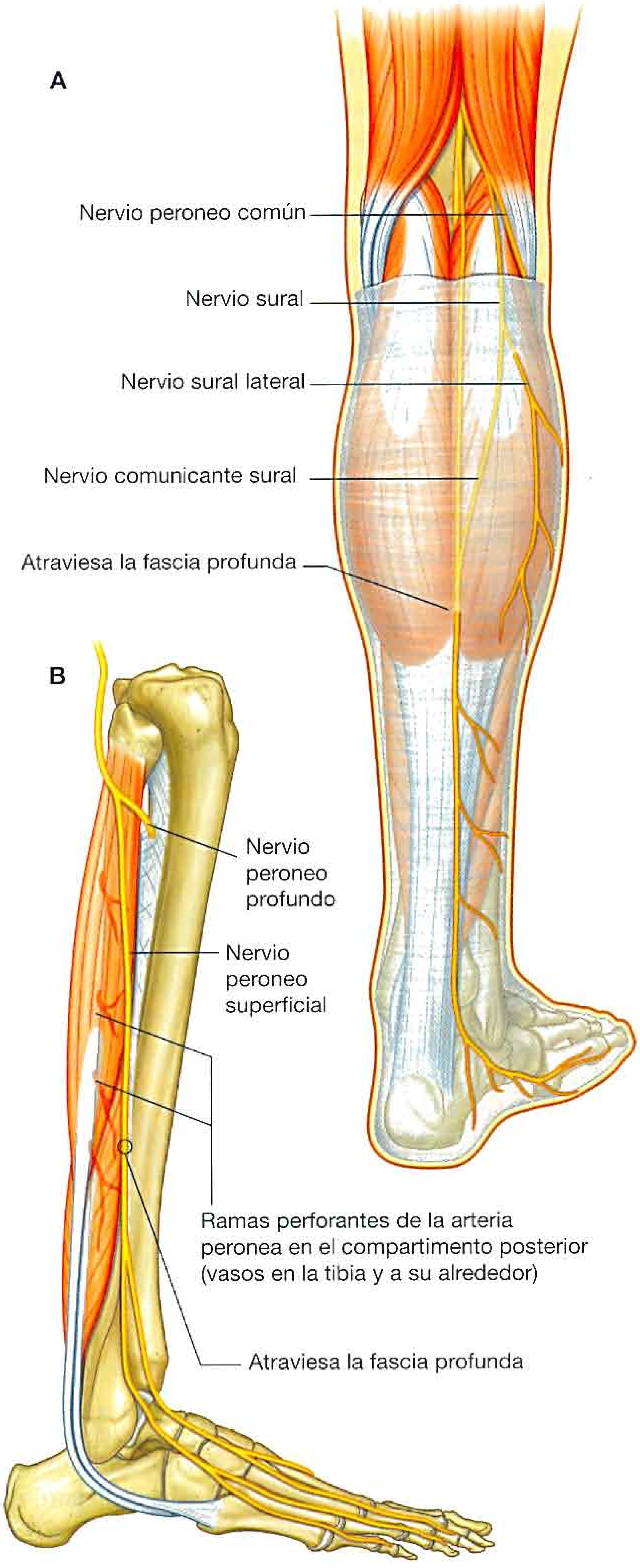


Fig. 6.87 Nervio peroneo común y nervios y arterias del compartimento lateral de la pierna. **A.** Vista posterior, pierna izquierda.

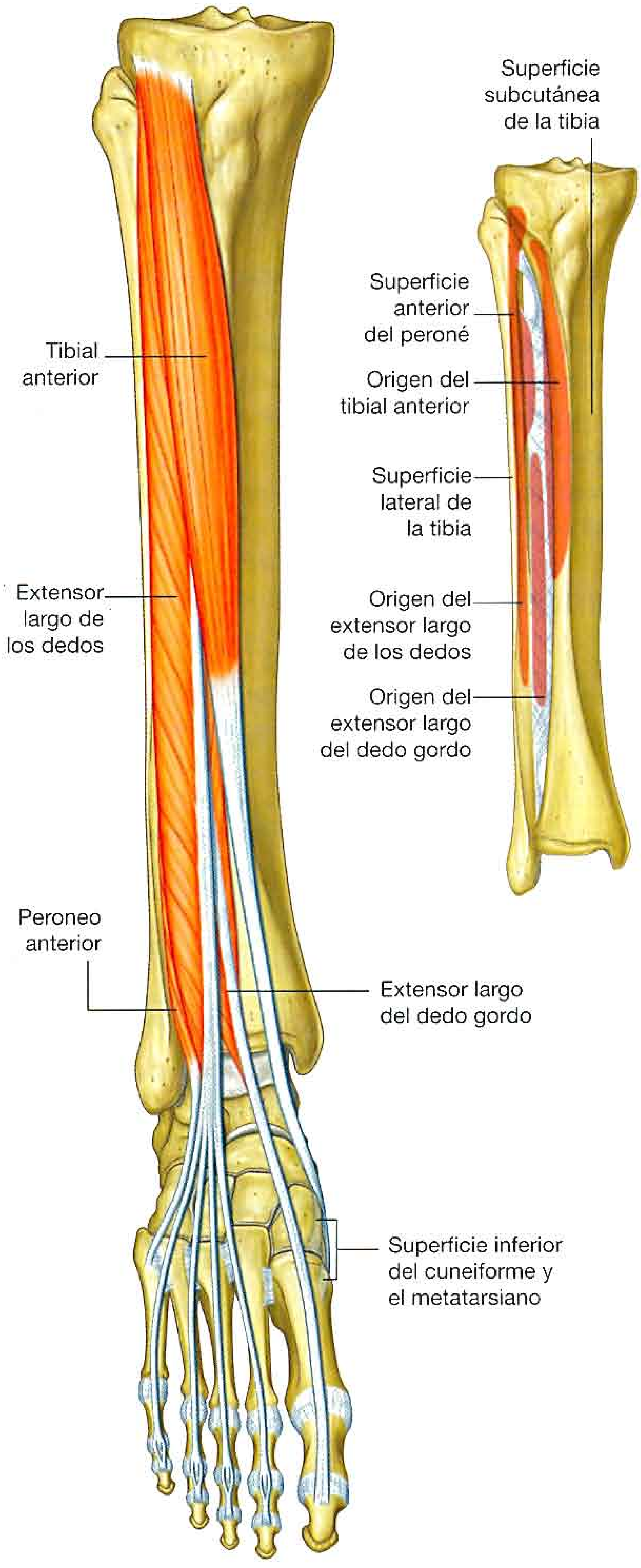


Fig. 6.88 Músculos del compartimento anterior de la pierna.

Se origina principalmente de los dos tercios superiores de la superficie lateral de la diáfisis de la tibia y de la superficie adyacente de la membrana interósea. También tiene su origen en la fascia profunda.

Las fibras musculares del tibial anterior convergen en el tercio inferior de la pierna para formar un tendón, que desciende a la cara medial del pie, donde se inserta en las superficies medial e inferior de uno de los huesos del tarso (cunei-

Tabla 6.9 Músculos del compartimento anterior de la pierna (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Tibial anterior	Superficie lateral de la tibia y membrana interósea adyacente	Superficies medial e inferior del cuneiforme medial y superficies adyacentes de la base del primer metatarsiano	Nervio peroneo profundo (**L4**, L5)	Flexión dorsal del pie en la articulación del tobillo; inversión del pie; apoyo dinámico del arco medial del pie
Extensor largo del dedo gordo	Mitad medial de la superficie medial del peroné y superficie adyacente de la membrana interósea	Superficie dorsal de la base de la falange distal del dedo gordo	Nervio peroneo profundo (L5, S1)	Extensión del dedo gordo y flexión dorsal del pie
Extensor largo de los dedos	Mitad proximal de la superficie medial del peroné y superficie relacionada del cóndilo tibial lateral	A través de las expansiones digitales dorsales, en las bases de las falanges medias y distales de los cuatro dedos laterales del pie	Nervio peroneo profundo (L5, S1)	Extensión de los cuatro dedos laterales del pie y flexión dorsal del pie
Tercer peroneo	Parte distal de la superficie medial del peroné	Superficie dorsomedial de la base del quinto metatarsiano	Nervio peroneo profundo (L5, S1)	Flexión dorsal y eversión del pie

forme medial) y las partes adyacentes del primer metatarsiano asociadas con el primer dedo.

El tibial anterior produce una flexión dorsal del pie en la articulación del tobillo e invierte el pie en las articulaciones intertarsianas. Durante la marcha proporciona soporte dinámico al arco medial del pie.

El tibial anterior está inervado por el nervio peroneo profundo.

Extensor largo del dedo gordo

El músculo **extensor largo del dedo gordo** se dispone a continuación del músculo tibial anterior y está solapado por éste (fig. 6.88). Se origina en la mitad media de la superficie medial del peroneo y la membrana interósea adyacente.

El tendón del extensor largo del dedo gordo aparece entre los tendones del tibial anterior y del extensor largo de los dedos en la mitad inferior de la pierna y desciende hacia el pie. Continúa a nivel anterior sobre la cara medial de la superficie dorsal del pie hasta cerca del final del dedo gordo, donde se inserta en la superficie superior de la base de la falange distal.

El extensor largo del dedo gordo extiende el primer dedo. Debido a que cruza por delante de la articulación del tobillo, también produce una flexión dorsal del pie en esta articulación. Como todos los músculos del compartimento anterior de la pierna, el músculo extensor largo del dedo gordo está inervado por el nervio peroneo profundo.

Extensor largo de los dedos

El músculo **extensor largo de los dedos** es el más posterior y lateral de los músculos del compartimento anterior de la pierna (fig. 6.90). Se origina principalmente en la mitad superior de la superficie medial del peroné, lateral y por encima del origen del músculo extensor largo del dedo gordo, y se extiende en dirección ascendente hacia el cóndilo lateral de la tibia. Como el músculo tibial anterior, también se origina en la fascia profunda.

El músculo extensor largo de los dedos desciende hasta formar un tendón, que continúa hasta la cara dorsal del pie, donde se divide en cuatro tendones. Éstos se insertan, mediante expansiones digitales dorsales, en las superficies dorsales de las bases de las falanges media y distal de los cuatro dedos laterales.

El extensor largo de los dedos extiende los mismos y produce una flexión dorsal del pie en la articulación del tobillo. Está inervado por el nervio peroneo profundo.

Tercer peroneo

El músculo tercer **peroneo** se suele considerar parte del extensor largo de los dedos (fig. 6.88). El tercer peroneo se origina en la superficie medial del peroné inmediatamente por debajo del origen del músculo extensor largo de los dedos, y los dos músculos suelen estar conectados.

El tendón del tercer peroneo desciende hacia el pie con el tendón del extensor largo de los dedos. En la cara dorsal del pie se desvía en sentido lateral para insertarse en la superficie dorsomedial de la base del V metatarsiano (el metatarsiano asociado con el quinto dedo).

El tercer peroneo ayuda en la flexión dorsal y posiblemente en la eversión del pie. Está inervado por el nervio peroneo profundo.

Arterias

Arteria tibial anterior

La arteria asociada con el compartimento anterior de la pierna es la **arteria tibial anterior**, que se origina de la arteria poplítea en el compartimento posterior de la pierna y

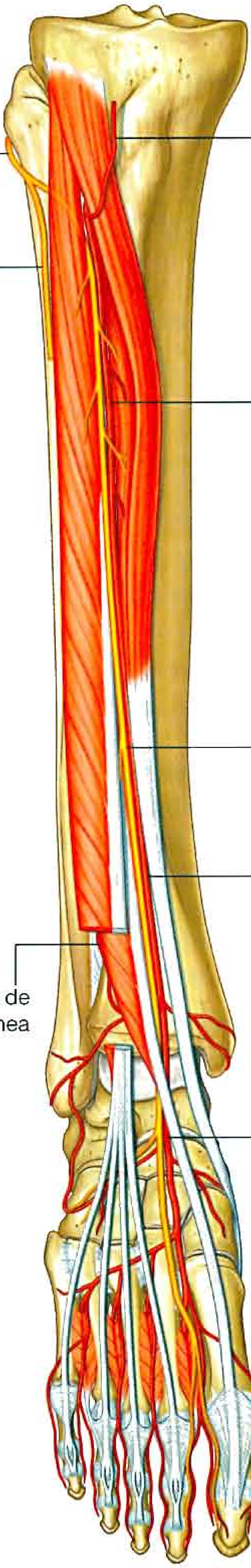


Fig. 6.89 Arteria tibial anterior y nervio peroneo profundo.

pasa hacia delante al compartimento anterior de la pierna a través de una abertura existente en la membrana interósea.

La arteria tibial anterior desciende a través del compartimento anterior sobre la membrana interósea (fig. 6.89). En la parte distal de la pierna se dispone entre los tendones de los músculos tibial anterior y extensor largo del dedo gordo. Deja la pierna pasando por delante del extremo distal de la tibia y de la articulación del tobillo, y continúa hasta la cara dorsal del pie como la arteria dorsal del mismo.

En la parte proximal de la pierna, la arteria tibial anterior tiene una rama recurrente que conecta con la red anastomótica de vasos existente alrededor de la articulación de la rodilla.

A lo largo de su trayecto, la arteria tibial anterior da lugar a numerosas ramas para los músculos adyacentes y está unida a la rama perforante de la arteria peronea, que pasa hacia delante a través de la cara inferior de la membrana interósea desde el compartimento posterior de la pierna.

A nivel distal, la arteria tibial anterior da lugar a una **arteria maleolar anteromedial** y una **arteria maleolar anterolateral,** que pasan a nivel posterior alrededor de los extremos distales de la tibia y del peroné, respectivamente, y conectan con vasos de las arterias tibial posterior y peronea para formar una red anastomótica alrededor del tobillo.

Venas

Las venas profundas siguen a las arterias y tienen nombres similares.

Nervios

Nervio peroneo profundo

El nervio asociado con el compartimento anterior de la pierna es el **nervio peroneo profundo** (fig. 6.89). Este nervio se origina en el compartimento lateral de la pierna como una de las dos divisiones del nervio peroneo común.

El nervio peroneo profundo pasa a nivel anteromedial a través del tabique intermuscular que separa los compartimentos lateral y anterior de la pierna, y después pasa en profundidad respecto al extensor largo de los dedos. Alcanza la membrana interósea anterior, donde se encuentra con la arteria tibial anterior, con la cual desciende.

El nervio peroneo profundo:

- Inerva todos los músculos del compartimento anterior: tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor largo de los dedos y tercer peroneo.
- Después continúa por la cara dorsal del pie, donde inerva al extensor corto de los dedos, contribuye a la inervación de los primeros dos músculos interóseos dorsales e inerva la piel existente entre el primer y segundo dedos.

PIE

El pie es la región de la extremidad inferior distal a la articulación del tobillo. Se subdivide en el tobillo, el metatarso y los dedos.

Existen cinco dedos que son el dedo gordo, situado en la posición más medial (primer dedo), y cuatro dedos laterales, que terminan en el quinto dedo (fig. 6.90).

El pie tiene una superficie superior **(dorso del pie)** y una superficie inferior (**planta**; fig. 6.90).

La abducción y aducción de los dedos del pie se definen respecto del eje longitudinal del segundo dedo. Al contrario que en la mano, donde el pulgar se orienta a 90° respecto de los otros dedos, el dedo gordo se orienta en la misma posición que los otros dedos. El pie es el punto del cuerpo que contacta con el suelo y proporciona una plataforma estable para la bipedestación. También levanta el cuerpo durante la marcha.

Huesos

Existen tres grupos de huesos en el pie (fig. 6.91):

- Los siete **huesos del tarso**, que forman el armazón esquelético del tobillo.
- Los **metatarsianos (1 a 5)**, que son los huesos del metatarso.
- Las **falanges**, que son los huesos de los dedos de los pies (cada dedo tiene tres falanges, excepto el dedo gordo, que tiene dos).

Huesos del tarso

Los huesos del tarso se disponen en un grupo proximal y otro distal, con un hueso intermedio entre los dos grupos en la cara medial del pie (fig. 6.91A).

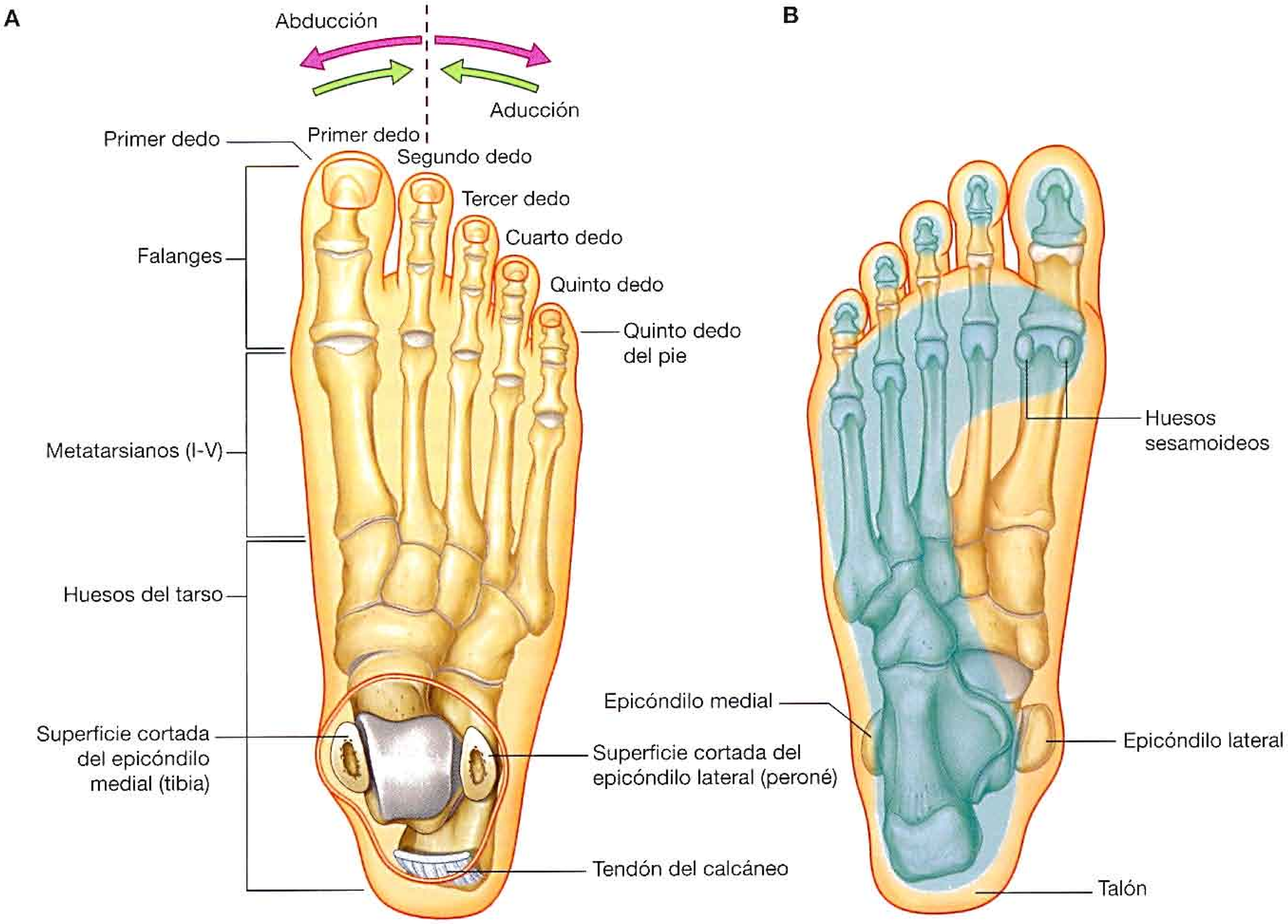


Fig. 6.90 Pie. **A.** Cara dorsal, pie izquierdo. **B.** Cara plantar, pie izquierdo, que muestra la superficie en contacto con el suelo en bipedestación.

Grupo proximal

El grupo proximal consta de dos huesos grandes, el astrágalo (que es el nombre latino para el tobillo) y el calcáneo (el nombre latino para el talón):

- El **astrágalo** es el hueso más superior del pie y se sitúa encima del calcáneo, en el que se apoya (fig. 6.91B). Se articula con la tibia y el peroné por encima para formar la articulación del tobillo y también se proyecta hacia delante para articularse con el hueso intermedio del tarso (navicular) en la cara medial del pie.
- El **calcáneo** es el hueso más grande del tarso: a nivel posterior forma la estructura ósea del talón y a nivel anterior se proyecta hacia delante para articularse con uno de los huesos del tarso del grupo distal (cuboides) en la cara lateral del pie.

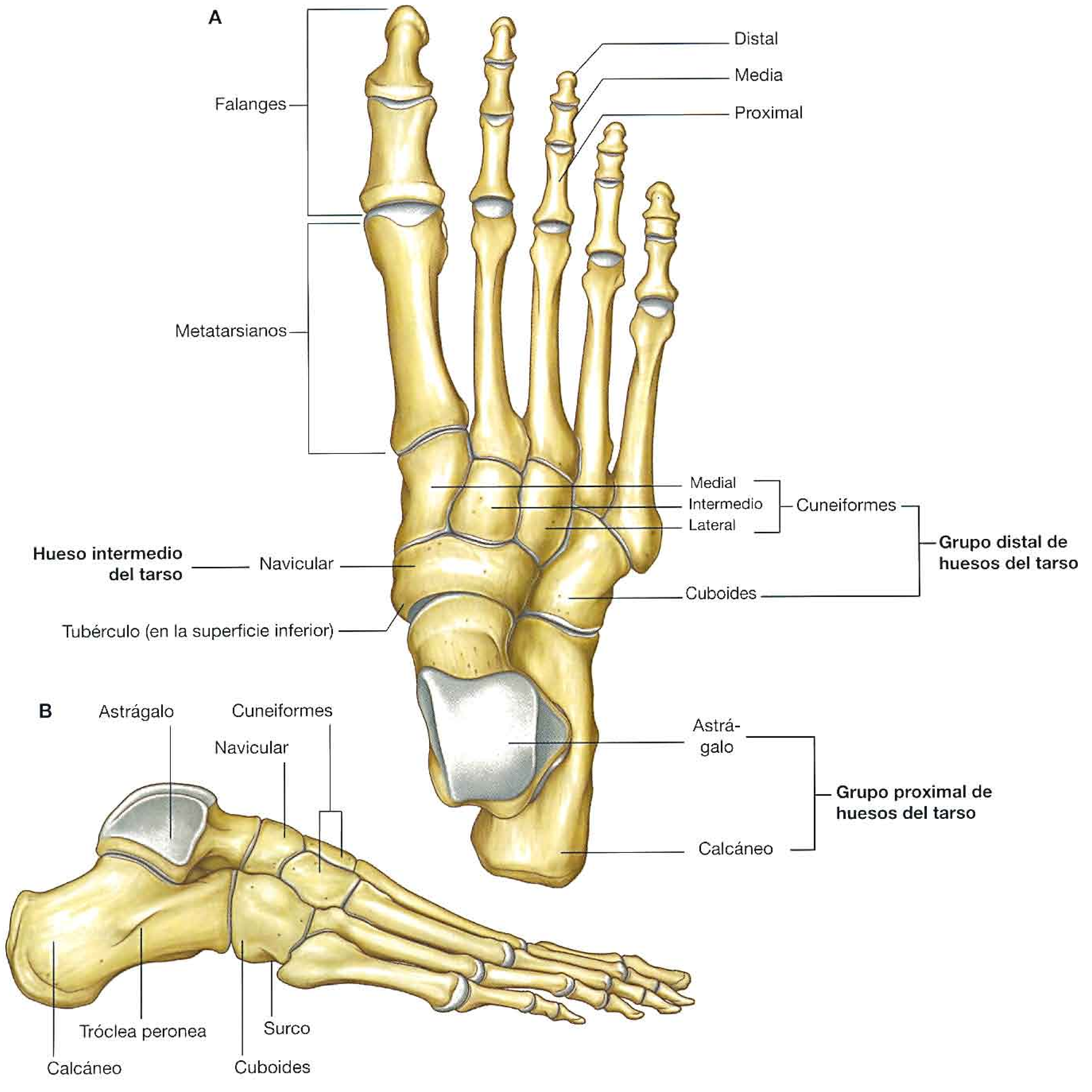


Fig. 6.91 Huesos del pie. **A.** Vista dorsal, pie izquierdo. **B.** Vista lateral, pie izquierdo.

Astrágalo

El astrágalo, cuando se ve desde sus caras medial o lateral, tiene forma de caracol (figs. 6.92A y 6.92B). Tiene una **cabeza** redondeada, que se proyecta hacia delante y en sentido medial al final de un **cuello** ancho corto, que se conecta por detrás con un cuerpo expandido.

A nivel anterior, la cabeza del astrágalo tiene forma de cúpula para articularse con una depresión circular correspondiente, situada en la superficie posterior del hueso navicular. A nivel inferior, esta superficie articular abovedada se continúa con tres carillas articulares adicionales, separadas por crestas lisas (fig. 6.92C):

- Las carillas anterior y media se articulan con las superficies adyacentes del hueso calcáneo.
- La otra carilla, medial a las carillas de articulación con el calcáneo, se articula con un ligamento (el ligamento calcaneonavicular plantar), que conecta el calcáneo con el navicular por debajo de la cabeza del astrágalo.

El cuello del astrágalo está delimitado por un surco profundo **(el surco del astrágalo)**, que pasa en sentido oblicuo hacia delante a través de la superficie inferior de medial a lateral y se expande en gran medida en la cara lateral.

La cara superior del cuerpo del astrágalo está elevada para ajustarse al hueco formado por los extremos distales de la tibia y el peroné para formar la articulación del tobillo:

- La superficie superior (troclear) de esta región elevada se articula con el extremo inferior de la tibia.
- La superficie medial se articula con el maléolo medial de la tibia.
- La superficie lateral se articula con el maléolo lateral del peroné.

Debido a que el maléolo lateral es mayor y se proyecta a nivel más inferior que el maléolo medial a la altura de la articulación del tobillo, la superficie articular lateral correspondiente sobre el astrágalo es mayor y se proyecta a nivel más inferior que la superficie medial.

La parte inferior de la superficie lateral del cuerpo del astrágalo, que soporta la parte inferior de la carilla articular para la articulación con el peroné, forma una proyección ósea **(la apófisis lateral).**

La superficie inferior del cuerpo del astrágalo tiene una gran carilla oval cóncava (la **carilla articular calcánea posterior**) para articularse con el calcáneo.

La carilla posterior del cuerpo del astrágalo consta de una proyección dirigida en sentido posterior y medial **(la apófisis posterior).** La apófisis posterior está delimitada en su superficie por un tubérculo lateral y un tubérculo medial, que forman entre sí **el surco para el tendón del flexor largo del dedo gordo** a su paso por la pierna hacia el pie.

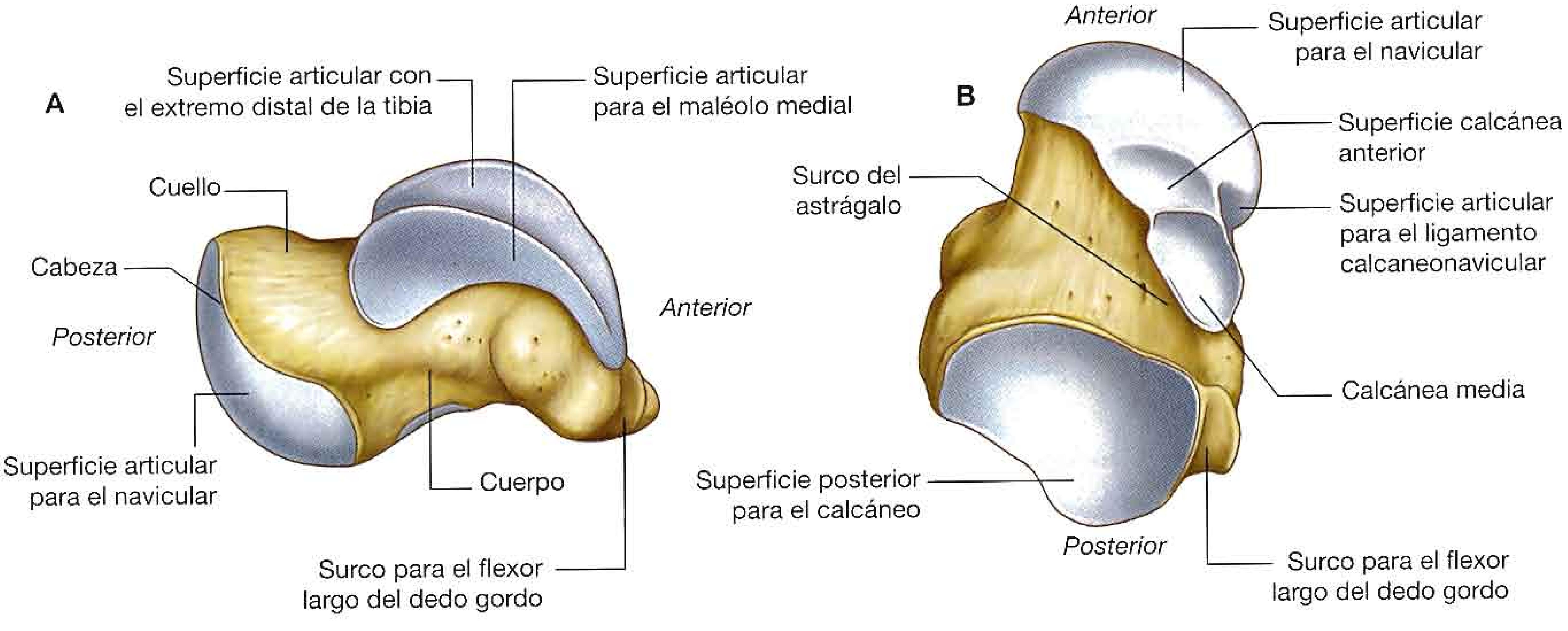


Fig. 6.92 Astrágalo. **A.** Vista medial. **B.** Vista lateral.

Calcáneo

El calcáneo se asienta debajo del astrágalo, al que soporta. Es un hueso alargado con forma de caja irregular, con su eje longitudinal orientado generalmente a lo largo de la línea media del pie, pero que se desvía en sentido lateral respecto a la línea media a nivel anterior (fig. 6.93).

El calcáneo se proyecta por detrás de la articulación del tobillo para formar la estructura esquelética del talón. La superficie posterior de la región del talón es circular y se divide en las partes superior, media e inferior. El tendón calcáneo (tendón de Aquiles) se inserta en la parte media:

- La parte superior está separada del tendón calcáneo por una bolsa sinovial.
- La parte inferior se curva hacia delante, está cubierta por tejido subcutáneo, es la región del talón que soporta el peso y se continúa con la superficie plantar del hueso en forma de **tuberosidad del calcáneo.**

La tuberosidad del calcáneo se proyecta hacia delante en la superficie plantar en forma de una apófisis medial grande y una apófisis lateral pequeña, separadas entre sí por una escotadura en forma de V (fig. 6.93B). En el extremo anterior de la superficie plantar hay un tubérculo **(tubérculo calcáneo)** para la inserción posterior del ligamento plantar corto de la planta del pie.

La superficie lateral del calcáneo tiene un contorno liso, excepto por dos regiones ligeramente elevadas (fig. 6.93C). Una de estas áreas elevadas, la **tróclea peroneal** (tubérculo peroneo), es anterior a la línea media de la superficie y a menudo presenta dos surcos poco profundos, que pasan uno por encima y el otro de forma oblicua a través de su superficie. Los tendones de los músculos peroneo corto y largo están unidos a la tróclea a su paso por la cara lateral del calcáneo.

Superior y posterior a la tróclea peroneal hay una segunda área elevada o tubérculo para la inserción de la porción calcaneoperonea del ligamento colateral lateral de la articulación del tobillo.

La superficie medial del calcáneo es cóncava y muestra una característica prominente en su borde superior (el sustentáculo **del astrágalo;** fig. 6.93A), que es un saliente de hueso que se proyecta en sentido medial y soporta la parte más posterior de la cabeza del astrágalo.

La cara inferior del sustentáculo del astrágalo tiene un surco marcado que discurre de posterior a anterior, a lo largo del cual discurre el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo hacia la planta del pie.

La superficie superior del sustentáculo del astrágalo tiene una carilla **(cara articular media del astrágalo)** para articularse con la carilla media correspondiente de la cabeza del astrágalo.

Las **caras articulares astragalinas anterior** y **posterior** están en la superficie superior del propio calcáneo (fig. 6.93A):

- La cara articular astragalina anterior es pequeña y se articula con la correspondiente cara anterior situada en la cabeza del astrágalo.
- La cara articular astragalina posterior es grande y se encuentra bastante cerca del punto medio de la cara superior del calcáneo.

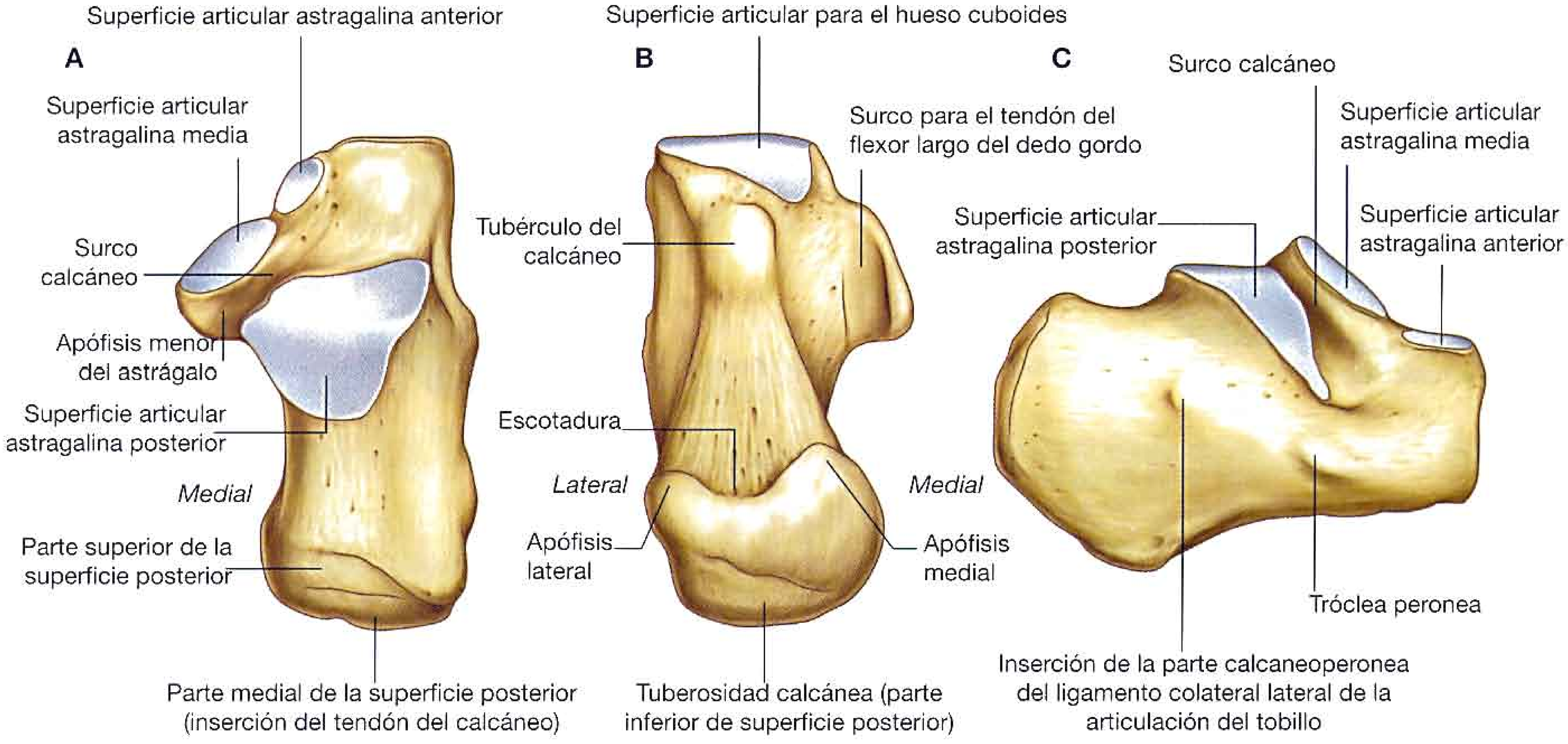


Fig. 6.93 Calcáneo. **A.** Vista superior. **B.** Vista inferior. **C.** Vista lateral.

Entre la cara articular astragalina posterior, que se articula con el cuerpo del astrágalo, y las otras dos caras articulares, que se articulan con la cabeza del astrágalo, hay un surco profundo (el **surco calcáneo;** fig. 6.93A,C).

El surco calcáneo en la superficie superior del calcáneo y el surco del astrágalo en la superficie inferior del astrágalo forman juntos el **seno del tarso,** que es un gran espacio existente entre los extremos anteriores del calcáneo y el astrágalo, y que es visible cuando el esqueleto del pie se observa desde su cara lateral (fig. 6.94).

Hueso intermedio del tarso

El hueso intermedio del tarso en la cara medial del pie es el **navicular** (forma de barco) (fig. 6.91). Este hueso se articula por detrás con el astrágalo y por delante y por la cara lateral con el grupo distal de huesos del tarso.

Una característica especial del hueso navicular es que presenta una tuberosidad redondeada prominente para la inserción del tendón del tibial posterior, que se proyecta hacia abajo sobre la cara medial de la superficie plantar del hueso.

Grupo distal

De lateral a medial, el grupo distal de huesos del tarso (fig. 6.91) consta de:

- El **cuboides,** que se articula por detrás con el calcáneo y por delante con las bases de los dos metatarsianos laterales (el tendón del músculo peroneo largo se dispone en un surco prominente que existe sobre la superficie plantar anterior, que atraviesa de forma oblicua hacia delante el hueso de lateral a medial).
- Tres **cuneiformes:** los huesos cuneiformes **lateral, intermedio** y **medial** se articulan por detrás con el hueso navicular y por delante con las bases de los tres metatarsianos.

Metatarsianos

Existen cinco metatarsianos en el pie, numerados de I a V de medial a lateral (fig. 6.95). El primer metatarsiano, asociado con el dedo gordo, es más corto y grueso. El segundo es el más largo.

Cada metatarsiano tiene una **cabeza** en su extremo distal, una **diáfisis** alargada en la zona media y una **base** proximal.

La cabeza de cada metatarsiano se articula con la falange proximal de un dedo y la base con uno o más de los huesos del grupo distal del tarso. La superficie plantar de la cabeza del primer metatarsiano también se articula con dos huesos sesamoideos.

Las caras laterales de las bases del II al V metatarsianos también se articulan entre sí. La cara lateral de la base del V metatarsiano tiene una **tuberosidad** prominente que se proyecta hacia atrás y es la zona de inserción del tendón del músculo peroneo corto.

Falanges

Las falanges son los huesos de los dedos (fig. 6.95). Cada dedo tiene tres falanges (**proximal, media** y **distal**), excepto el dedo gordo, que tiene sólo dos (proximal y distal).

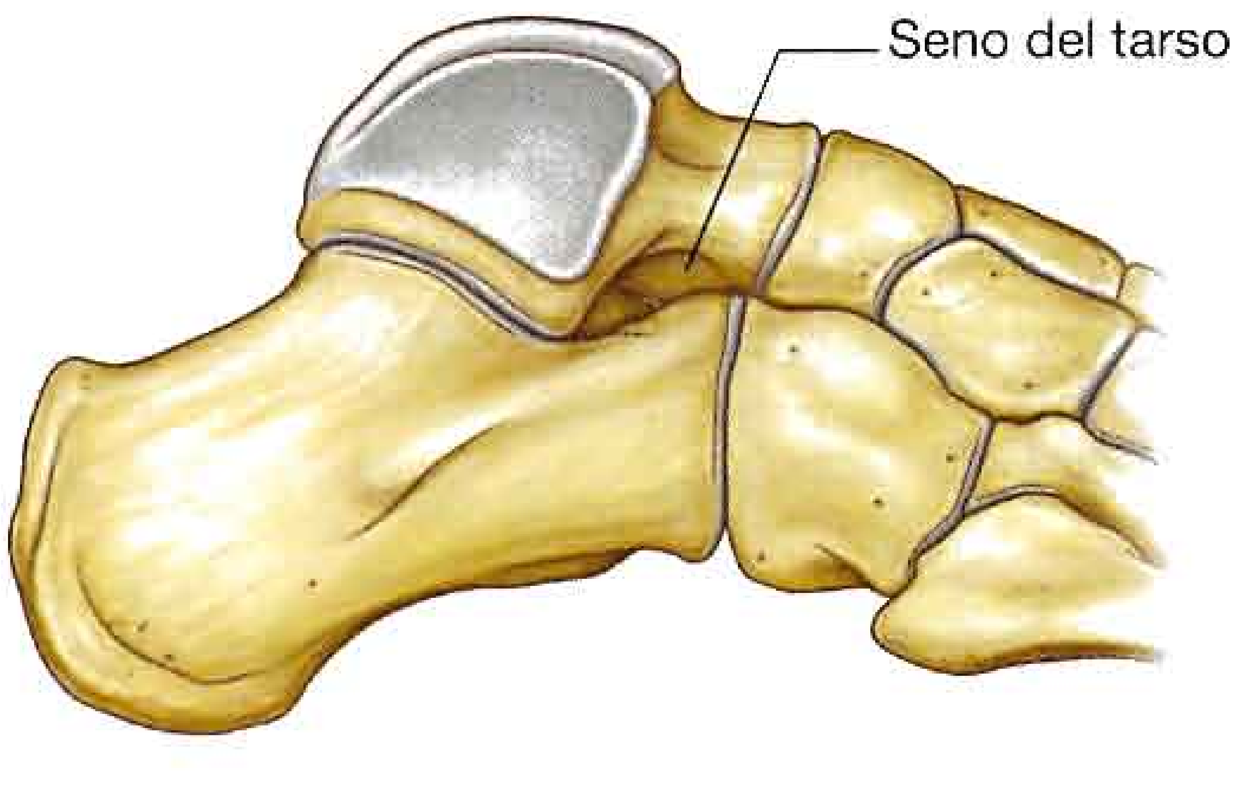


Fig. 6.94 Seno del tarso. Vista lateral, pie izquierdo.

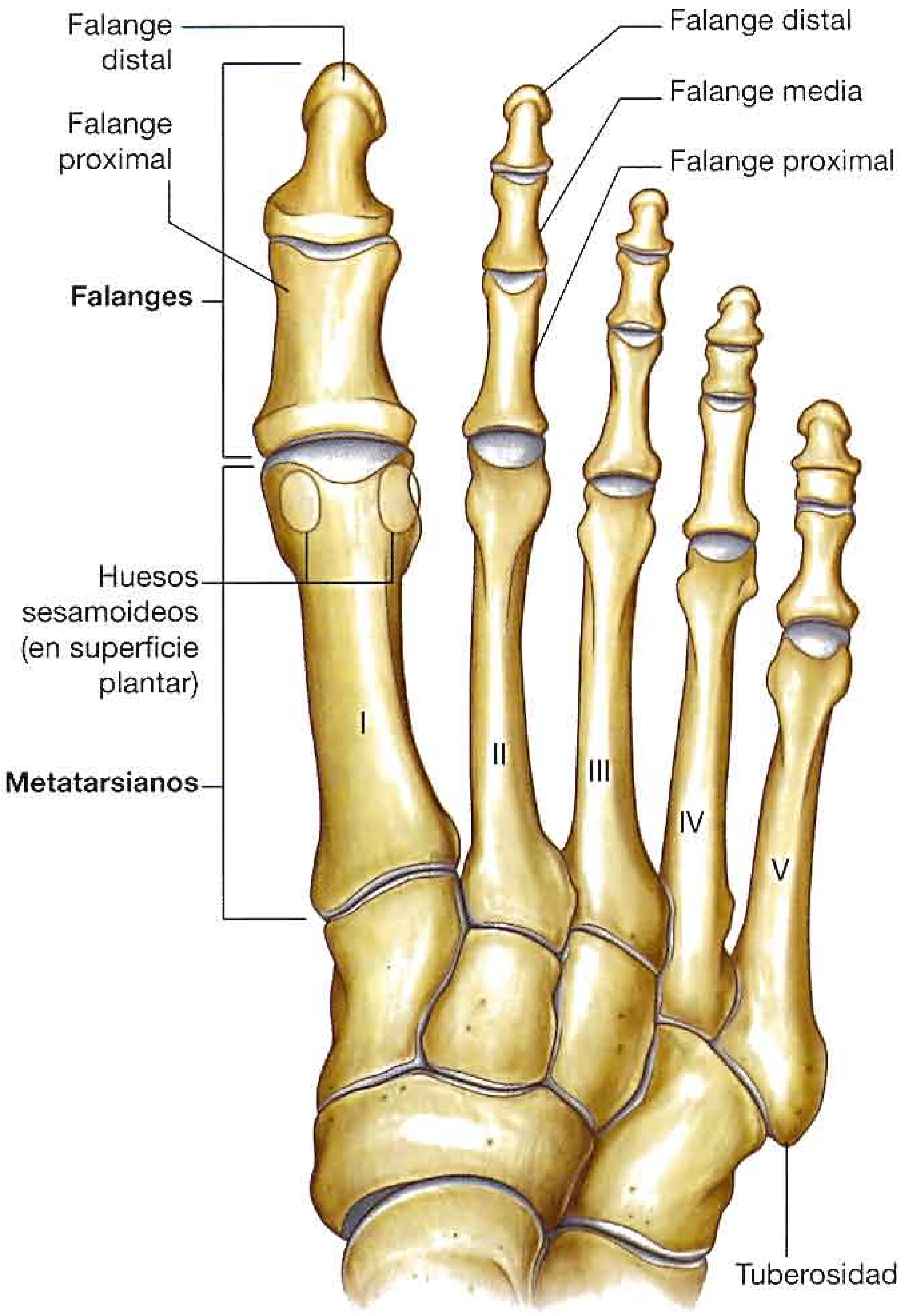


Fig. 6.95 Metatarsianos y falanges. Vista dorsal.

Cada falange consta de una **base**, una **diáfisis** y una **cabeza** distal:

- La base de cada falange proximal se articula con la cabeza del metatarsiano con el que se relaciona.
- La cabeza de cada falange distal no se articula y se aplana en una tuberosidad plantar en forma de medialuna bajo la almohadilla plantar al final del dedo.

En cada dedo, la longitud total de todas las falanges juntas es mucho más corta que la longitud del metatarsiano asociado.

Articulaciones

Articulación del tobillo

La articulación del tobillo es de tipo sinovial y engloba al astrágalo del pie y a la tibia y el peroné de la pierna (fig. 6.96).

La articulación del tobillo permite sobre todo una flexión dorsal y plantar de tipo bisagra del pie sobre la pierna.

El extremo distal del peroné está firmemente anclado al extremo distal mayor de la tibia por fuertes ligamentos. Juntos, la tibia y el peroné crean un hueco profundo en forma de paréntesis para la parte superior expandida del cuerpo del astrágalo:

- El techo del hueco está formado por la superficie inferior del extremo distal de la tibia.
- La cara medial del hueco está formada por el maléolo medial de la tibia.
- La cara lateral más grande del hueco está formada por el maléolo lateral del peroné.

Las superficies articulares están cubiertas de cartílago hialino.

La parte articular del astrágalo tiene forma de medio cilindro corto coronado en su lado plano con un extremo orientado en sentido lateral y otro hacia medial. La superficie superior curva del medio cilindro y los dos extremos están cubiertos por cartílago hialino y se ajustan en el hueco en forma de paréntesis formado por los extremos distales de la tibia y el peroné.

Cuando se ve desde arriba, la superficie articular del astrágalo es mucho más ancha a nivel anterior que posterior. Debido a ello, el hueso se acopla de forma más ajustada a su hueco cuando el pie está en flexión dorsal y la superficie más ancha del astrágalo se mueve hacia la articulación del tobillo que cuando el pie está en flexión plantar y la parte más estrecha del astrágalo está en la articulación. La articulación es, por tanto, más estable cuando el pie se encuentra en flexión dorsal.

La cavidad articular está cerrada por una membrana sinovial, que se inserta en los bordes de las superficies articulares, y por una membrana fibrosa, que cubre la membrana sinovial y también se inserta en los huesos adyacentes.

Conceptos prácticos

Fractura del astrágalo

El astrágalo es un hueso poco corriente porque se osifica a partir de un solo centro de osificación primario, que aparece inicialmente en el cuello. La cara posterior del astrágalo parece osificarse al final, normalmente tras la pubertad. En hasta el 50% de las personas hay un pequeño osículo accesorio (el **hueso trígono**) por detrás del tubérculo lateral de la apófisis posterior. El cartílago articular cubre aproximadamente el 60% de la superficie astragalina y no hay ninguna inserción directa tendinosa ni muscular en el hueso.

Uno de los problemas de las fracturas del astrágalo es que su irrigación puede afectarse. El principal aporte sanguíneo del hueso entra en el astrágalo a través del conducto del tarso desde una rama de la arteria tibial posterior. Este vaso irriga la mayoría del cuello y del cuerpo del astrágalo. Las ramas de la arteria dorsal del pie entran en la cara superior del cuello del astrágalo e irrigan la porción dorsal de la cabeza y del cuello, y las ramas de la arteria peronea irrigan una pequeña parte de la porción lateral del astrágalo.

Las fracturas del cuello del astrágalo suelen interrumpir la irrigación del astrágalo, lo que hace al cuerpo y la cara posterior del hueso susceptibles a la osteonecrosis. A su vez, esto puede provocar una artrosis prematura y requerir una cirugía extensa.

Fracturas del mediopié

Las fracturas del tercio medio del pie son infrecuentes. Suelen aparecer cuando caen pesos elevados sobre el pie o cuando éste ha sido atropellado por un vehículo. Las radiografías simples suelen ser suficientes para demostrar luxaciones y fracturas.

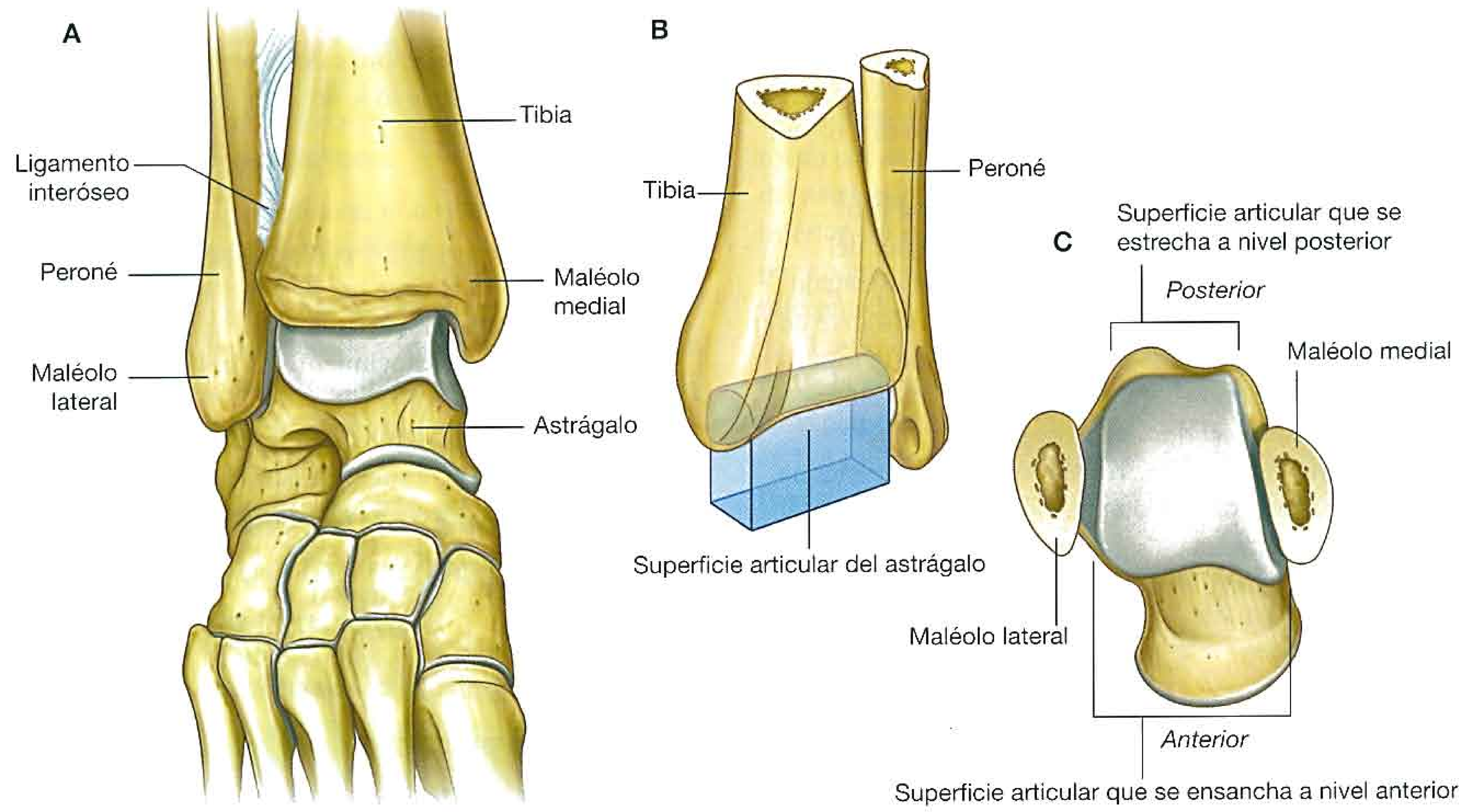


Fig. 6.96 Articulación del tobillo. **A.** Vista anterior con flexión plantar del pie. **B.** Esquema de la articulación. **C.** Vista superior del astrágalo que muestra la forma de la superficie articular.

La articulación del tobillo es estabilizada por los **ligamentos medial** (deltoideo) y **lateral.**

Ligamento medial

El ligamento medial es grande, fuerte (fig. 6.97) y de forma triangular. Su vértice se inserta por encima al maléolo medial, y por debajo su base amplia se inserta a una línea que se extiende desde la tuberosidad del hueso navicular por delante hasta el tubérculo medial del astrágalo por detrás.

El ligamento medial se subdivide en cuatro porciones en función de los puntos inferiores de inserción.

- La porción que se inserta por delante al tubérculo del navicular y al borde asociado del ligamento calcaneonavicular plantar (que conecta el hueso navicular con el sustentáculo del astrágalo por detrás) es la **porción tibionavicular** del ligamento deltoideo.
- La **porción tibiocalcánea**, con una posición más central, se inserta en el sustentáculo del astrágalo.
- La **porción tibioastragalina posterior** se inserta en la cara medial y en el tubérculo medial del estrágalo.
- La cuarta porción (la **porción tibioastragalina anterior**) es profunda a las porciones tibionavicular y tibiocalcánea del ligamento medial y se inserta en la superficie medial del astrágalo.

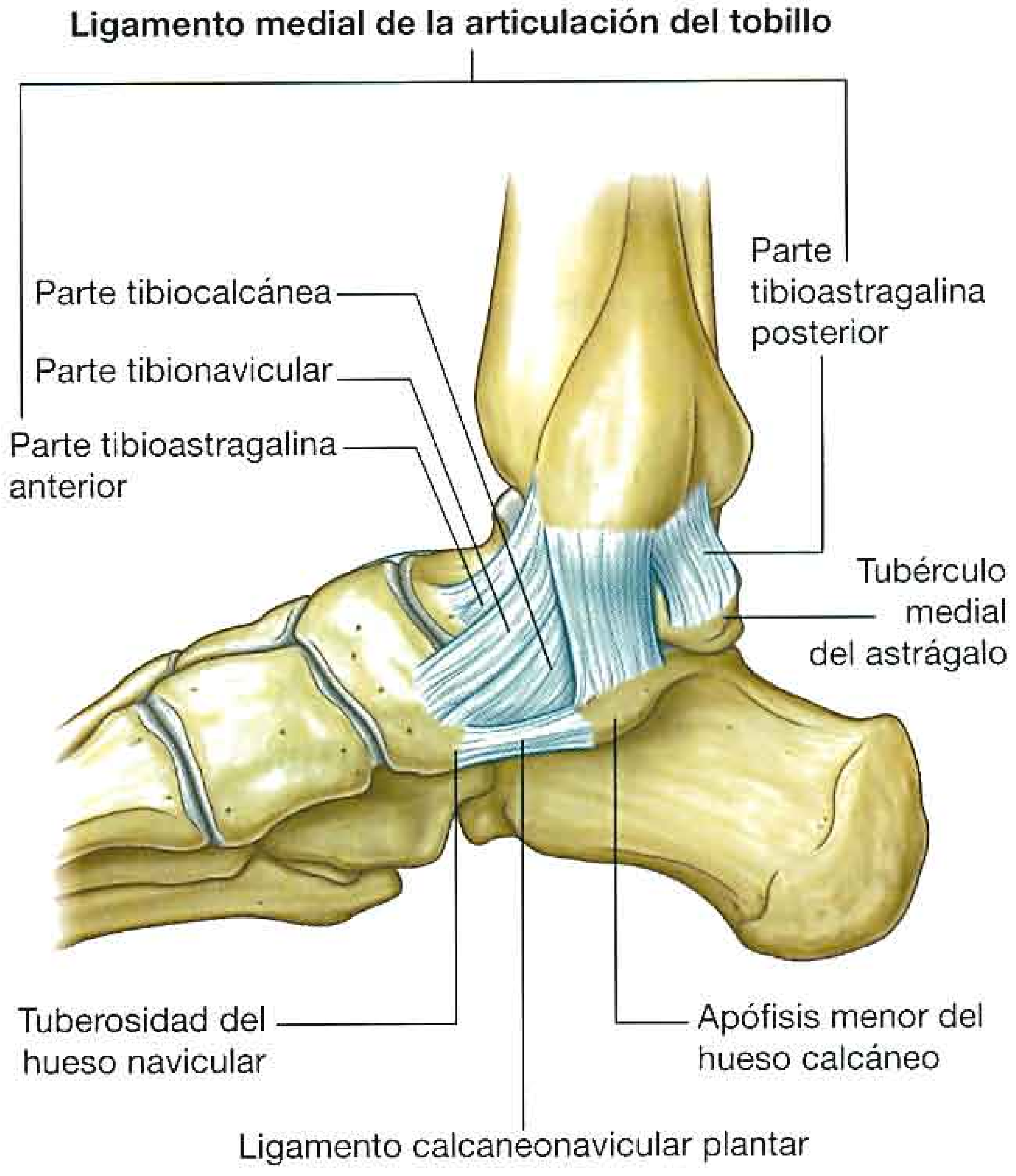


Fig. 6.97 Ligamento medial de la articulación del tobillo.

Ligamento lateral

El ligamento lateral del tobillo está compuesto por tres ligamentos separados: el ligamento astragaloperoneo anterior, el astragaloperoneo posterior y el calcaneoperoneo (fig. 6.98):

- El **ligamento astragaloperoneo anterior** es un ligamento corto y se inserta en el borde anterior del maléolo lateral hasta la región adyacente del astrágalo.
- El ligamento **astragaloperoneo posterior** discurre en horizontal en sentido posterior y medial desde la fosa maleolar situada en la cara medial del maléolo lateral hasta la apófisis posterior del astrágalo.
- El **ligamento calcaneoperoneo** se inserta por encima en la fosa maleolar situada en la cara posteromedial del maléolo lateral y pasa en sentido posteroinferior para insertarse por debajo a un tubérculo situado en la superficie lateral del calcáneo.

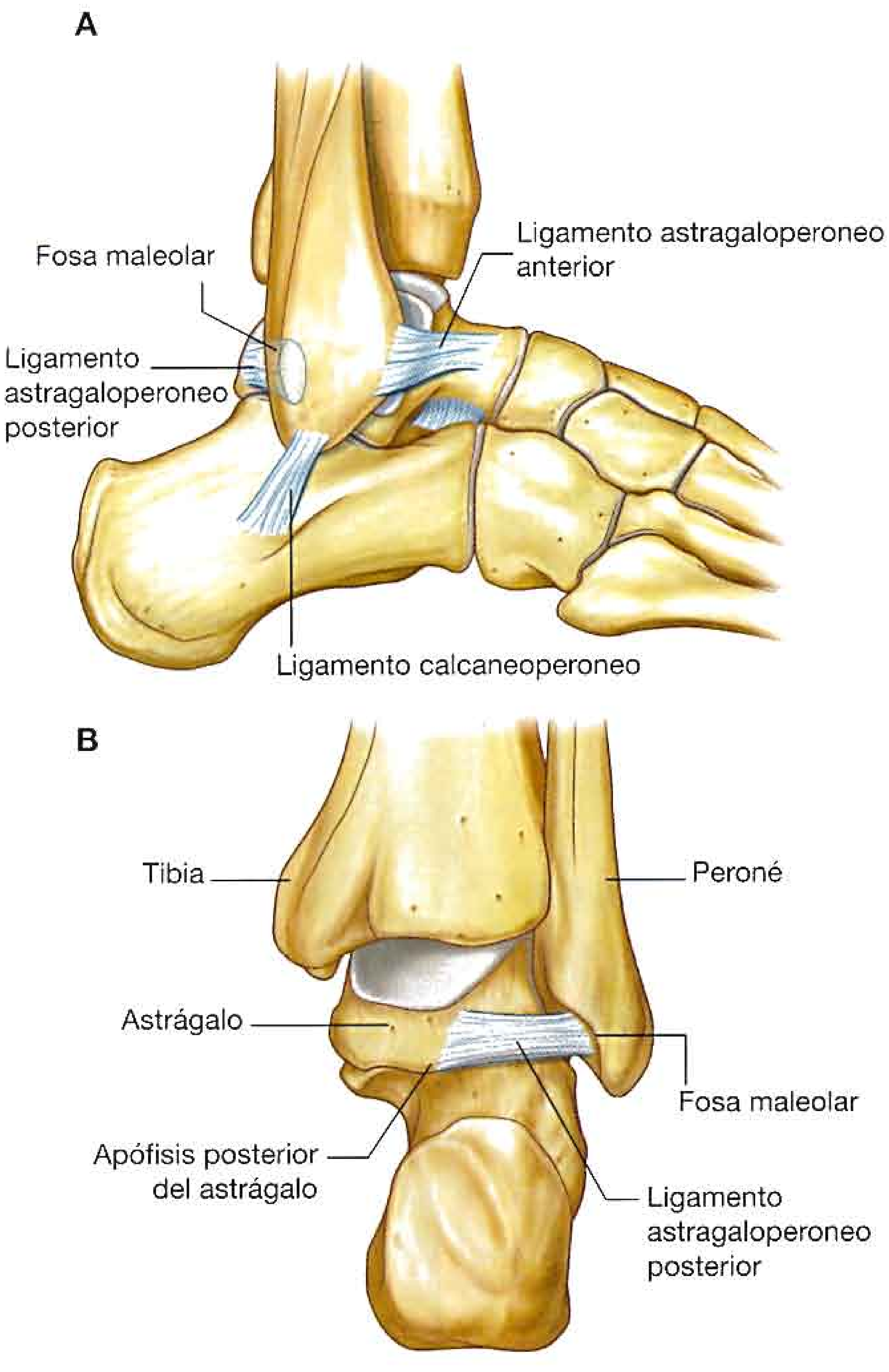


Fig. 6.98 Ligamento lateral de la articulación del tobillo. **A.** Vista lateral. **B.** Vista posterior.

Articulaciones intertarsianas

Las numerosas articulaciones sinoviales que existen entre los diferentes huesos del tarso sobre todo invierten, evierten, supinan y pronan el pie.

- La inversión y eversión se realizan girando toda la planta del pie en sentido medial o lateral, respectivamente.
- La pronación es la rotación de la parte delantera del pie en sentido lateral respecto de la parte posterior del pie, y la supinación es el movimiento inverso.

La pronación y la supinación permiten al pie mantener un contacto normal con el suelo en diferentes posiciones de apoyo, o cuando se está en bipedestación sobre una superficie irregular.

Conceptos prácticos

Fracturas del tobillo

Conocer la anatomía del tobillo es esencial para comprender la amplia variedad de fracturas que pueden producirse en la articulación del tobillo y alrededor de ella.

Esta articulación y las estructuras relacionadas pueden considerarse como un anillo osteofibroso orientado en el plano coronal.

- La parte superior del anillo está formada por la articulación existente entre las cabezas distales del peroné y la tibia, y por la propia articulación del tobillo.
- Las caras laterales del anillo están formadas por los ligamentos que conectan el maléolo medial y el maléolo lateral con los huesos del tarso adyacentes.
- La parte inferior del anillo no forma parte de la articulación del tobillo, sino que consta de la articulación subastragalina y sus ligamentos asociados.

La visualización de la articulación del tobillo y las estructuras circundantes como un anillo osteofibroso permite al médico predecir el tipo de lesión que es probable que produzca un tipo particular de lesión. Por ejemplo, una lesión por inversión puede fracturar el maléolo medial y romper los ligamentos que anclan el maléolo lateral a los huesos del tarso.

El anillo puede romperse no sólo por la lesión de los huesos (que produce fracturas), sino también por la lesión de los ligamentos. Al contrario que las fracturas óseas, es improbable que una lesión ligamentosa se aprecie en una radiografía simple. Cuando se observa una fractura en una radiografía simple, el médico debe siempre ser consciente de que puede haber también una rotura ligamentosa significativa.

Las principales articulaciones en las que se producen movimientos son la subastragalina, la astragalocalcaneonavicular y la calcaneocuboidea (fig. 6.99). Las articulaciones astragalocalcaneonavicular y calcaneocuboidea forman juntas lo que se suele denominar **articulación transversa del tarso.**

Las articulaciones intertarsianas entre los cuneiformes y entre éstos y el navicular permiten sólo un movimiento limitado.

La articulación entre el cuboides y el navicular suele ser fibrosa.

Articulación subastragalina

La **articulación subastragalina** se produce entre:

- La gran carilla calcánea posterior, situada en la superficie inferior del astrágalo.
- La carilla astragalina posterior correspondiente, ubicada en la superficie superior del calcáneo.

La cavidad articular está cubierta de membrana sinovial, que se cubre a su vez de una membrana fibrosa.

La articulación subastragalina permite el deslizamiento y la rotación, que participan en la inversión y eversión del pie.

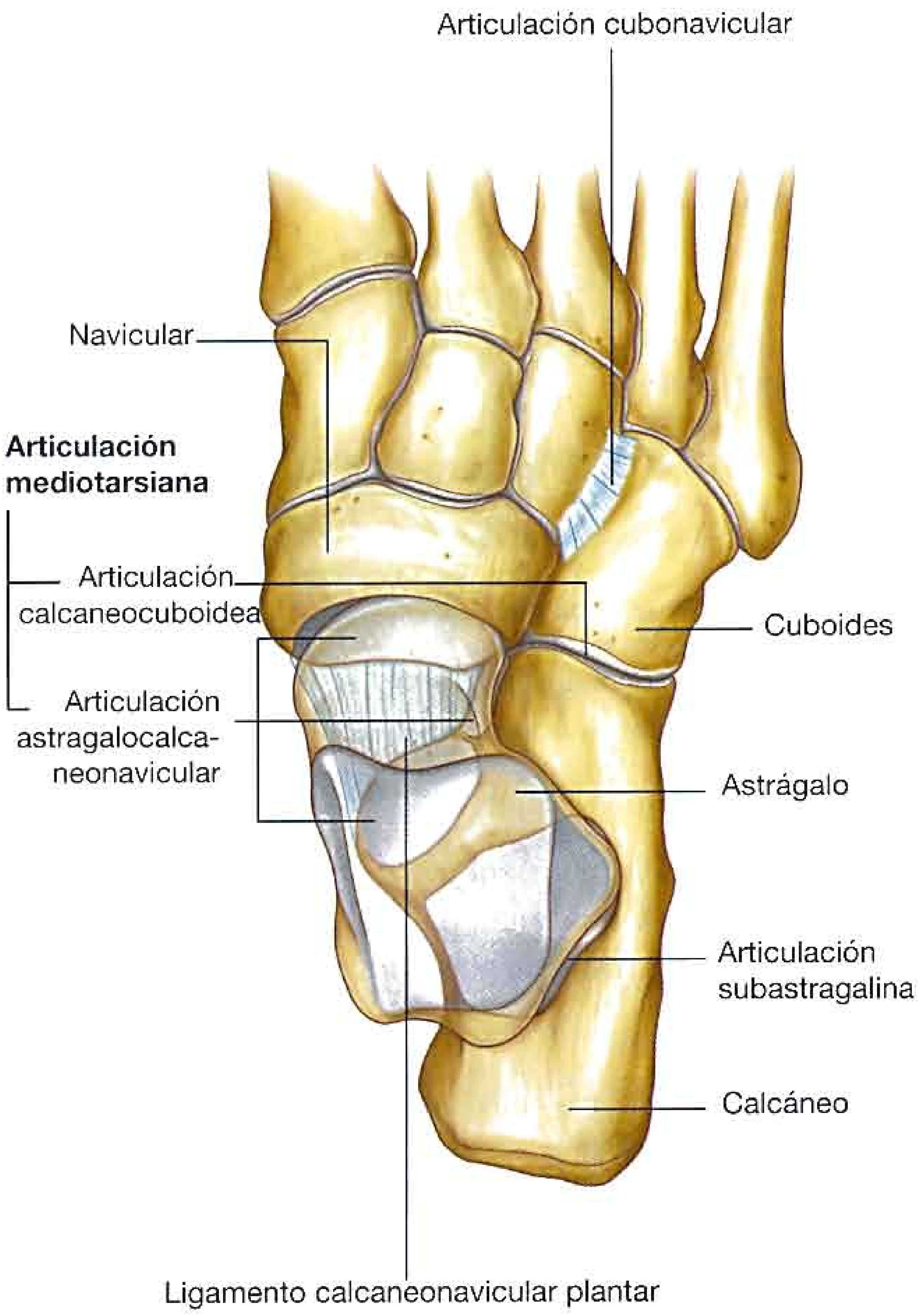


Fig. 6.99 Articulaciones intertarsianas.

Los **ligamentos astragalocalcáneos lateral, medial, posterior** e **interóseo** estabilizan la articulación. El ligamento astragalocalcáneo interóseo está dispuesto en el seno del tarso (fig. 6.100).

Articulación astragalocalcaneonavicular

La **articulación astragalocalcaneonavicular** es una compleja articulación, en la cual la cabeza del astrágalo se articula con el calcáneo y el ligamento calcaneonavicular plantar por debajo y con el navicular por delante (fig. 6.101A).

La articulación astragalocalcaneonavicular permite movimientos de deslizamiento y rotación, que junto con movimientos similares de la articulación subastragalina participan en la inversión y eversión del pie, así como en la pronación y supinación.

Las partes de la articulación astragalocalcaneonavicular entre el astrágalo y el calcáneo son:

- Las carillas calcáneas anterior y media de la superficie inferior de la cabeza astragalina.
- Las carillas astragalinas anterior y media correspondientes, situadas en la superficie superior y en el sustentáculo del astrágalo, respectivamente, del calcáneo (fig. 6.101B).

La parte de la articulación existente entre el astrágalo y el ligamento calcaneonavicular plantar se encuentra entre el ligamento y la carilla medial, situada sobre la superficie inferior de la cabeza del astrágalo.

La articulación entre el navicular y el astrágalo es la parte más grande de la articulación astragalocalcaneonavicular y está entre el extremo ovoide anterior de la cabeza del astrágalo y la superficie cóncava posterior correspondiente del navicular.

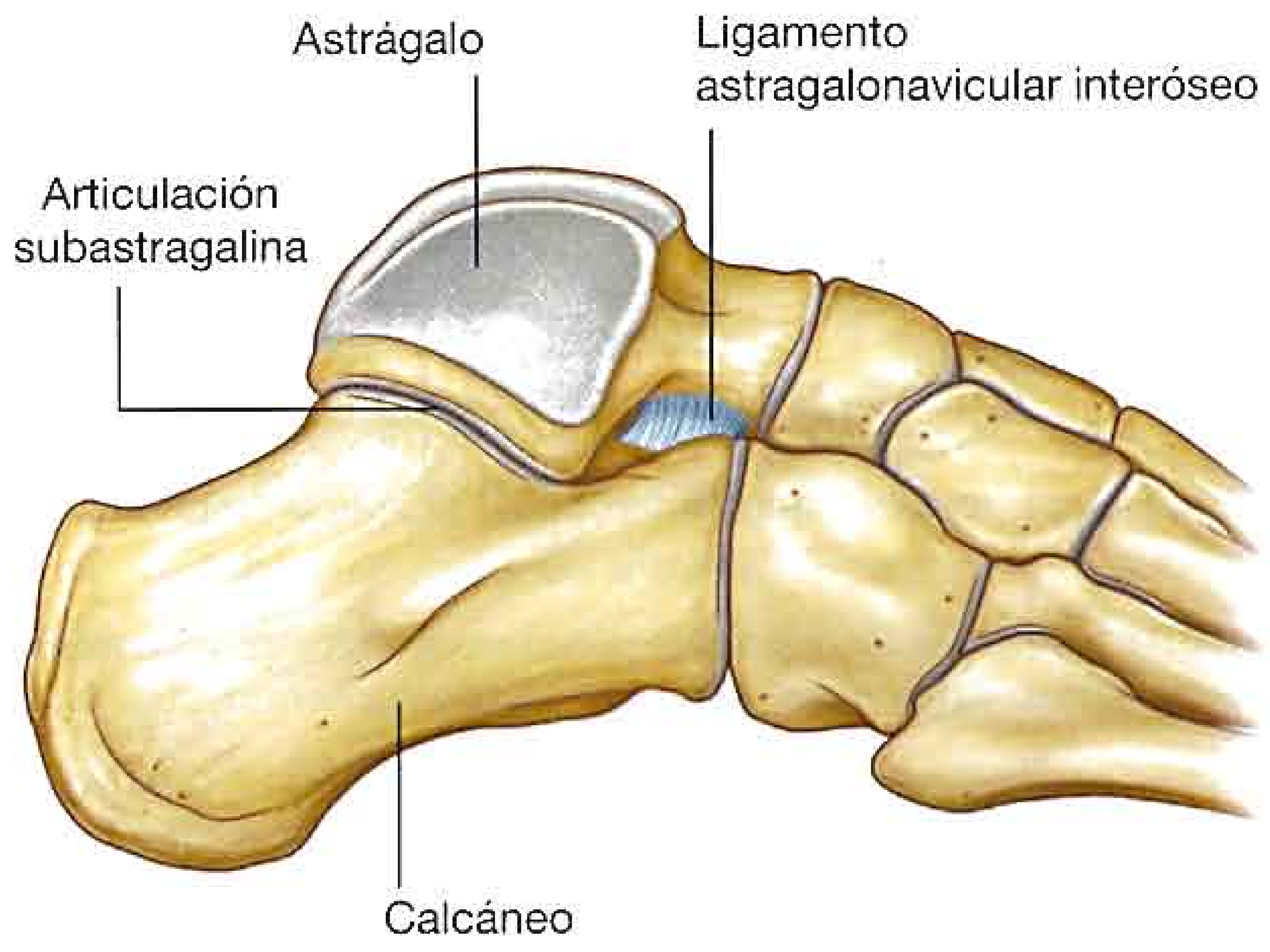


Fig. 6.100 Ligamento astragalocalcáneo interóseo. Vista lateral.

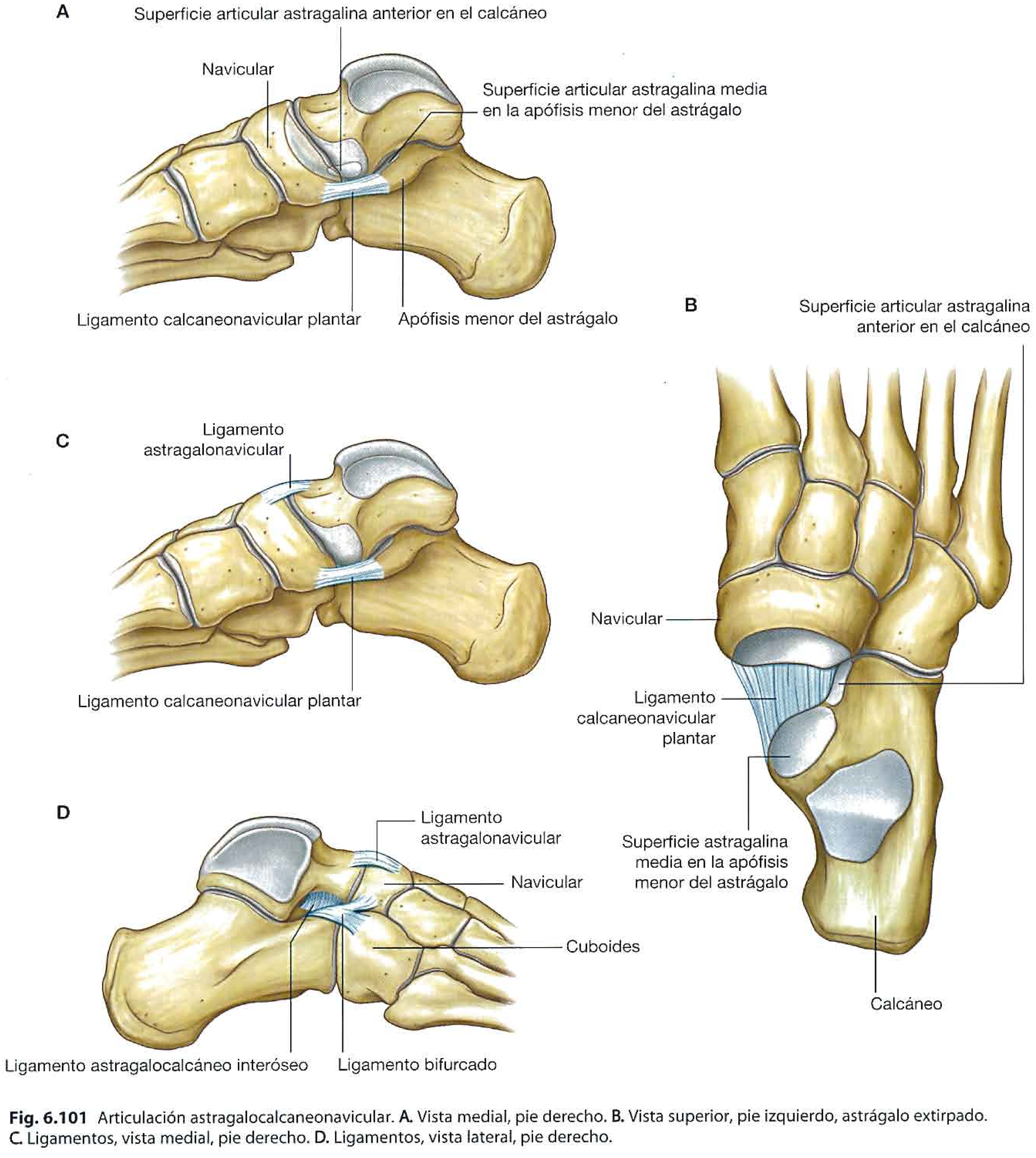


Fig. 6.101 Articulación astragalocalcaneonavicular. **A.** Vista medial, pie derecho. **B.** Vista superior, pie izquierdo, astrágalo extirpado. **C.** Ligamentos, vista medial, pie derecho. **D.** Ligamentos, vista lateral, pie derecho.

Ligamentos

La cápsula de la articulación astragalocalcaneonavicular, que es de tipo sinovial, está reforzada:

- A nivel posterior por el ligamento astragalocalcáneo interóseo.
- A nivel superior por el ligamento **astragalonavicular,** que pasa entre el cuello del astrágalo y las zonas adyacentes del navicular.
- A nivel inferior por el ligamento calcaneonavicular plantar (figs. 6.101C y 6.101D).

La parte lateral de la articulación astragalocalcaneonavicular está reforzada por la parte calcaneonavicular del **ligamento bifurcado,** que es un ligamento en forma de Y situado por encima de la articulación. La base del ligamento bifurcado se inserta en la cara anterior de la superficie superior del calcáneo y sus brazos se insertan en:

- La superficie dorsomedial del cuboides **(ligamento calcaneocuboideo).**
- La parte dorsolateral de las inserciones naviculares que hay sobre la superficie dorsolateral del navicular y la dorsomedial del cuboides **(ligamento calcaneonavicular).**

El **ligamento calcaneonavicular plantar** es un ligamento grueso y ancho que se extiende entre el sustentáculo del astrágalo por detrás y el hueso navicular por delante (fig. 6.101C). Soporta la cabeza del astrágalo, forma parte de la articulación astragalocalcaneonavicular y resiste la depresión del arco medial del pie.

Articulación calcaneocuboidea

La **articulación calcaneocuboidea** es una articulación sinovial entre:

- La carilla situada sobre la superficie anterior del calcáneo.
- La carilla correspondiente, situada sobre la superficie posterior del cuboides.

Esta articulación permite los movimientos de deslizamiento y rotación que participan en la inversión y eversión del pie, y también contribuye a la pronación y supinación del antepié y del retropié.

Ligamentos

La articulación calcaneocuboidea está reforzada por el ligamento bifurcado (v. antes), y por los ligamentos plantar largo y calcaneocuboideo plantar (ligamento plantar corto).

El **ligamento calcaneocuboideo plantar** es corto, ancho y muy fuerte, y conecta el tubérculo calcáneo anterior con la superficie inferior del cuboides (fig. 6.102A). No sólo soporta la articulación calcaneocuboidea, sino que también ayuda al ligamento plantar largo a resistir la depresión del arco lateral del pie.

El **ligamento plantar largo** es el ligamento más largo de la planta del pie y está por debajo del ligamento calcaneocuboideo plantar (fig. 6.102B):

- A nivel posterior se inserta en la superficie inferior del calcáneo, entre la tuberosidad y el tubérculo anterior.
- A nivel anterior se inserta en una cresta ancha y en un tubérculo situado sobre la superficie inferior del hueso cuboides, por detrás del surco para el tendón peroneo largo.

Las fibras más superficiales del ligamento plantar largo se extienden a las bases de los metatarsianos.

El ligamento plantar largo soporta la articulación calcaneocuboidea y es el ligamento más fuerte que resiste la depresión del arco lateral del pie.

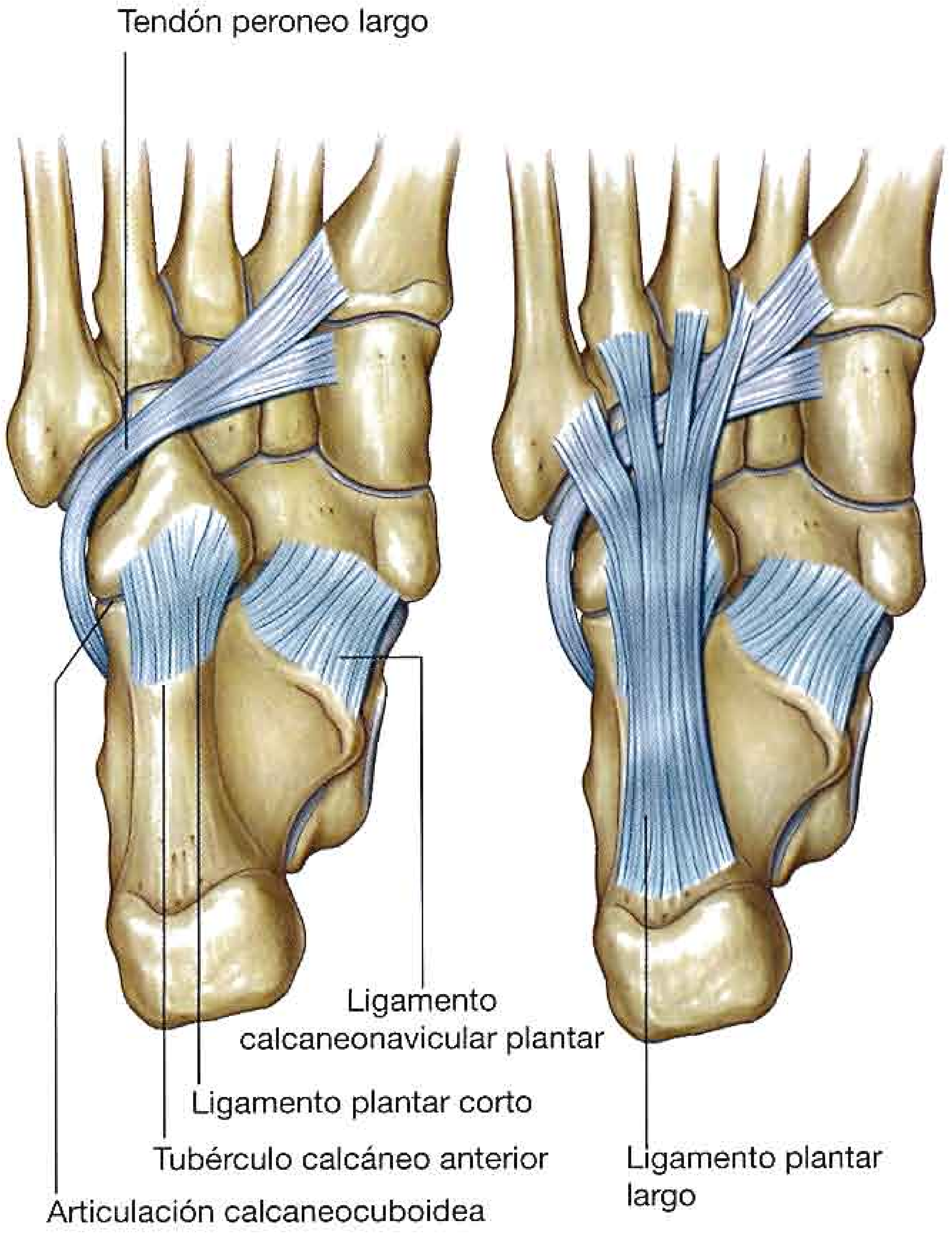


Fig. 6.102 Ligamentos plantares. **A.** Ligamento calcaneocuboideo plantar. **B.** Ligamento plantar largo.

Articulaciones tarsometatarsianas

Las **articulaciones tarsometatarsianas** entre los huesos metatarsianos y los huesos del tarso adyacentes son articulaciones planas y permiten movimientos limitados de deslizamiento (fig. 6.103).

La amplitud de movimientos de la articulación tarsometatarsiana entre el metatarsiano del dedo gordo y el cuneiforme medial es mayor que la de las otras articulaciones tarsometatarsianas y permite la flexión, la extensión y la rotación. Las articulaciones tarsometatarsianas, con la articulación tarsal transversa, participan en la pronación y supinación del pie.

Articulaciones metatarsofalángicas

Las articulaciones metatarsofalángicas son articulaciones sinoviales elipsoidales entre las cabezas esféricas de los metatarsianos y las bases correspondientes de las falanges proximales de los dedos.

Las articulaciones metatarsofalángicas permiten la extensión y la flexión, y una abducción, aducción, rotación y circunducción limitadas.

Las cápsulas articulares están reforzadas por los **ligamentos colaterales** medial y lateral y por los **ligamentos plantares**, que tienen surcos en sus superficies plantares para los tendones largos de los dedos (fig. 6.103).

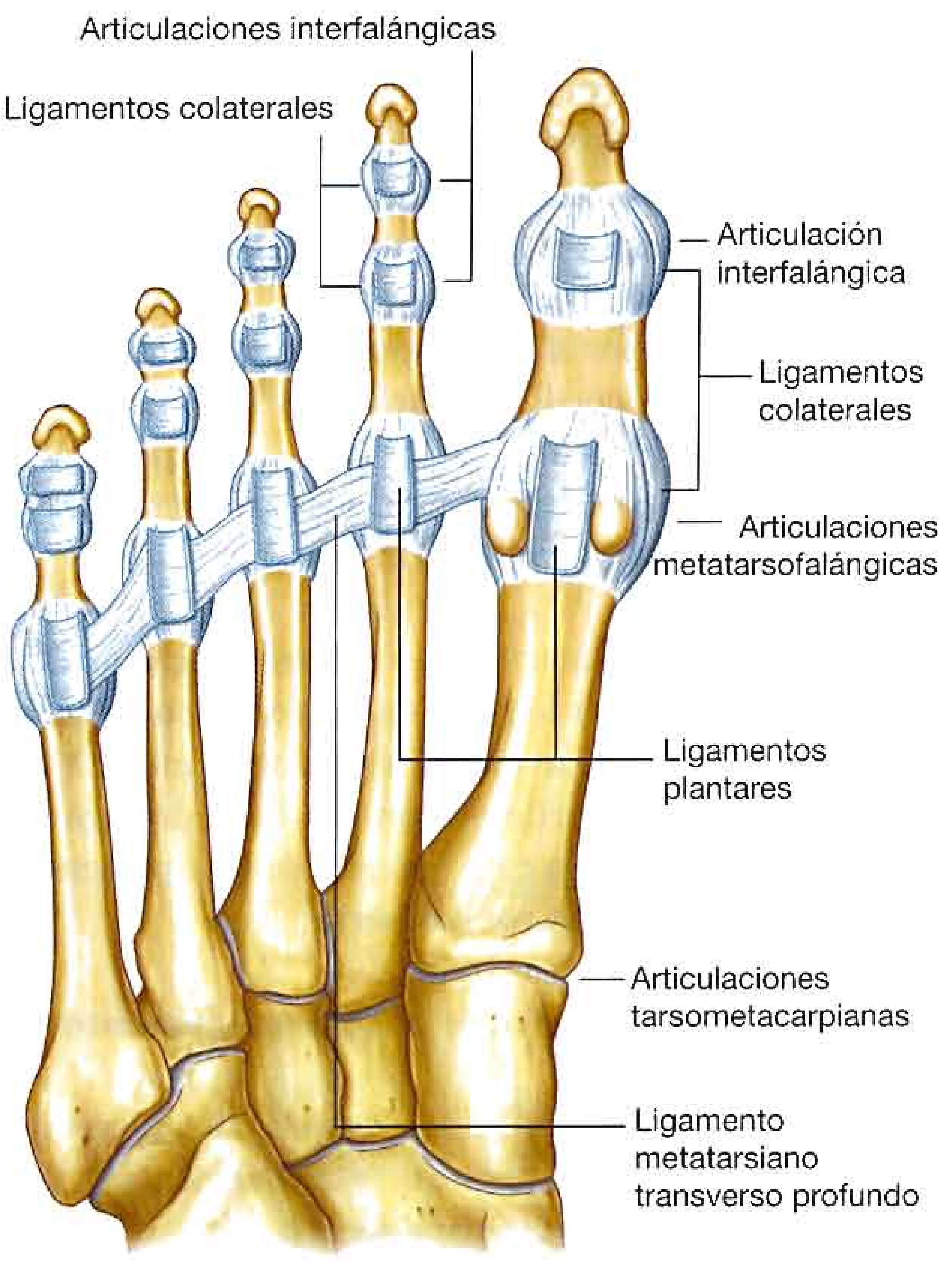


Fig. 6.103 Articulaciones tarsometatarsianas, metatarsofalángicas e interfalángicas y ligamentos metatarsianos transversos profundos.

Ligamentos metatarsianos transversos profundos

Cuatro **ligamentos metatarsianos transversos profundos** unen las cabezas de los metatarsianos entre sí y permiten que éstos actúen como una sola estructura unificada (fig. 6.103). Los ligamentos se mezclan con los ligamentos plantares de las articulaciones metatarsofalángicas adyacentes.

El metatarsiano del dedo gordo se orienta en el mismo plano que los metatarsianos de los otros dedos y está unido al metatarsiano del segundo dedo por un ligamento metatarsiano transverso profundo. Además, la articulación entre el metatarsiano del dedo gordo y el cuneiforme medial tiene una amplitud de movimiento limitada, por lo que el primer dedo tiene una función independiente muy restringida, al contrario que el pulgar de la mano (cuyo metacarpiano está orien-

Conceptos prácticos

Bunios (juanetes)

El bunio aparece en la cara medial de la primera articulación metatarsofalángica. Ésta es un área extremadamente relevante del pie, porque por ella cruzan tendones y ligamentos que transmiten y distribuyen el peso del cuerpo durante el movimiento. Se ha propuesto que una sobrecarga anómala en esta región de la articulación puede producir el bunio.

El bunio se manifiesta por una protuberancia ósea significativa que puede incluir partes blandas alrededor de la cara medial de la primera articulación metatarsofalángica. A medida que progresa, el primer dedo parece moverse hacia el quinto, agrupando los dedos.

Esta deformidad tiende a producirse en personas que calzan zapatos de tacón alto y puntiagudos, pero también son factores de riesgo la osteoporosis y una predisposición hereditaria.

Los pacientes suelen presentar dolor, tumefacción e inflamación. El bunio tiende a aumentar de tamaño y puede dificultar encontrar un calzado adecuado.

El tratamiento inicial es la adición de almohadillas al calzado, el cambio del tipo de calzado y la toma de antiinflamatorios. Algunos pacientes necesitan cirugía para corregir la deformidad y realinear el dedo.

tado a 90° respecto de los metacarpianos de los otros dedos) no hay un ligamento metacarpiano transverso profundo entre los metacarpianos del pulgar y del dedo índice, y la articulación entre el metacarpiano y el hueso del carpo permite una gran amplitud de movimiento.

Articulaciones interfalángicas

Las articulaciones interfalángicas son articulaciones de tipo bisagra que permiten sobre todo la flexión y la extensión. Están reforzadas por los **ligamentos colaterales** medial y lateral, y por los **ligamentos plantares** (fig. 6.103).

Túnel del tarso, retináculos y disposición de las principales estructuras del tobillo

El «túnel del tarso» está formado en el lado posteromedial del tobillo por:

- Una depresión constituida por el maléolo medial de la tibia, las superficies medial y posterior del astrágalo, la superficie medial del calcáneo y la superficie inferior del sustentáculo del astrágalo.
- Un retináculo flexor situado por encima (fig. 6.104).

Retináculo flexor

El retináculo flexor es una capa en forma de cinta de tejido conjuntivo que se extiende a través de la depresión ósea formada por el maléolo medial, las superficies medial y posterior del astrágalo, la superficie medial del calcáneo y la superficie inferior del sustentáculo del astrágalo (fig. 6.104). Se inserta por encima al maléolo medial y por debajo y detrás al borde inferomedial del calcáneo.

El retináculo se continúa por encima con la fascia profunda de la pierna y por debajo con la fascia profunda (aponeurosis plantar) del pie.

Los tabiques del retináculo flexor convierten los surcos situados sobre los huesos en conductos tubulares de tejido conjuntivo para los tendones de los músculos flexores a su paso hacia la planta del pie desde el compartimento posterior de la pierna (fig. 6.104C). El movimiento libre de los tendones en los conductos se facilita por vainas sinoviales, que rodean a los tendones.

Dos compartimentos en la superficie posterior del maléolo medial son para los tendones de los músculos tibial posterior y flexor largo de los dedos. El tendón del tibial posterior es medial al tendón del flexor largo de los dedos.

Inmediatamente lateral a los tendones del tibial posterior y del flexor largo de los dedos, la arteria tibial posterior, con sus venas asociadas y el nervio tibial, atraviesan el túnel del

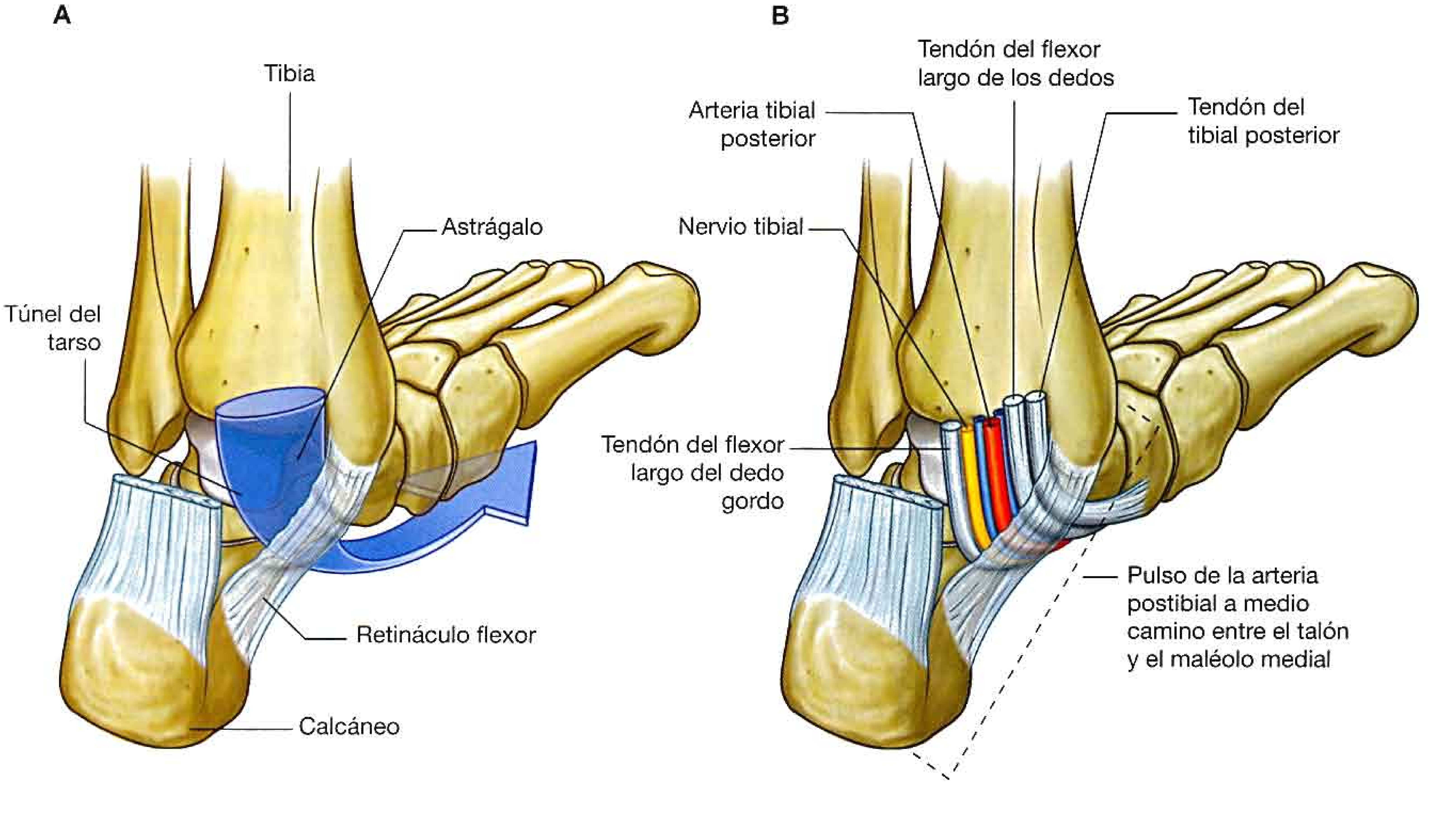


Fig. 6.104 Túnel del tarso y retináculo flexor. Vista posteromedial. **A.** Huesos. **B.** Túnel del tarso y retináculo flexor.

tarso hacia la planta del pie. *El pulso de la arteria tibial posterior puede palparse a través del retináculo flexor a medio camino entre el maléolo medial y el calcáneo.*

Lateral al nervio tibial se encuentra el compartimento situado sobre la superficie posterior del astrágalo y por debajo del sustentáculo del astrágalo para el tendón del músculo flexor largo del dedo gordo.

Retináculos extensores

Dos retináculos extensores sujetan al tobillo los tendones de los músculos extensores y evitan que se arqueen durante la extensión del pie y de los dedos (fig. 6.105).

- El **retináculo extensor superior** es un engrosamiento de la fascia profunda en la porción distal de la pierna, justo por encima de la articulación del tobillo, y se inserta en los bordes anteriores del peroné y de la tibia.
- El **retináculo inferior** tiene forma de Y, se inserta por su base a la cara lateral de la superficie superior del calcáneo y cruza en sentido medial sobre el pie para insertarse por uno de sus brazos en el maléolo medial, mientras que el otro rodea en sentido medial el pie y se inserta en la cara medial de la aponeurosis plantar.

Los tendones del extensor largo de los dedos y del tercer peroneo atraviesan un compartimento situado en la cara medial de la porción proximal del pie. Lateral a estos tendones, la arteria dorsal del pie (rama terminal de la arteria tibial anterior), el tendón del músculo extensor largo del dedo gordo y finalmente el tendón del músculo tibial anterior pasan por debajo de los retináculos extensores.

Retináculos peroneos

Los retináculos peroneos se unen a los tendones de los músculos peroneo largo y peroneo corto en la cara lateral del pie (fig. 6.106):

- Un retináculo peroneo superior se extiende entre el maléolo lateral y el calcáneo.
- Un retináculo peroneo inferior se inserta en la superficie lateral del calcáneo, alrededor de la tróclea peronea, y se une por encima con las fibras del retináculo extensor inferior.

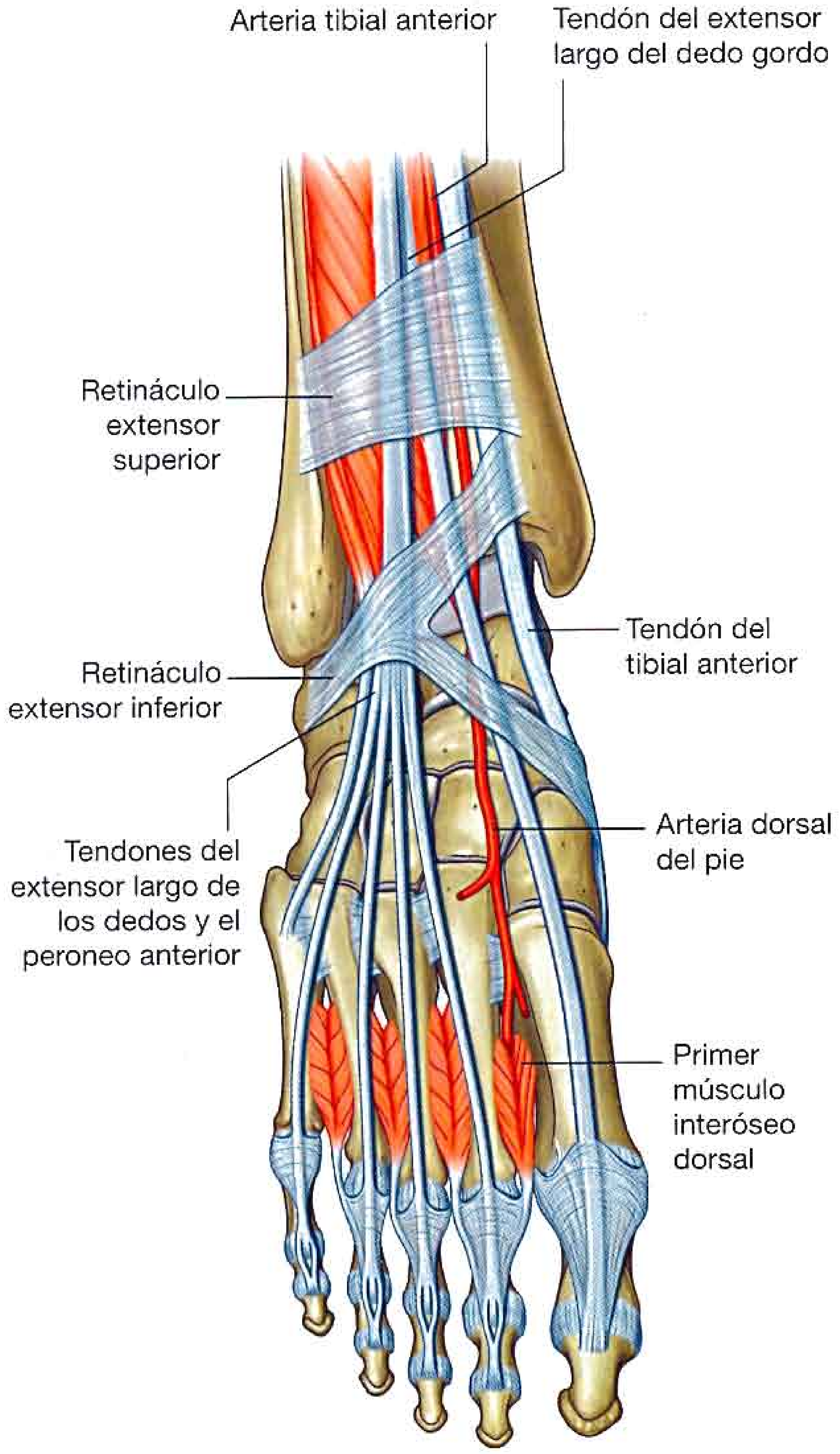


Fig. 6.105 Retináculos extensores.

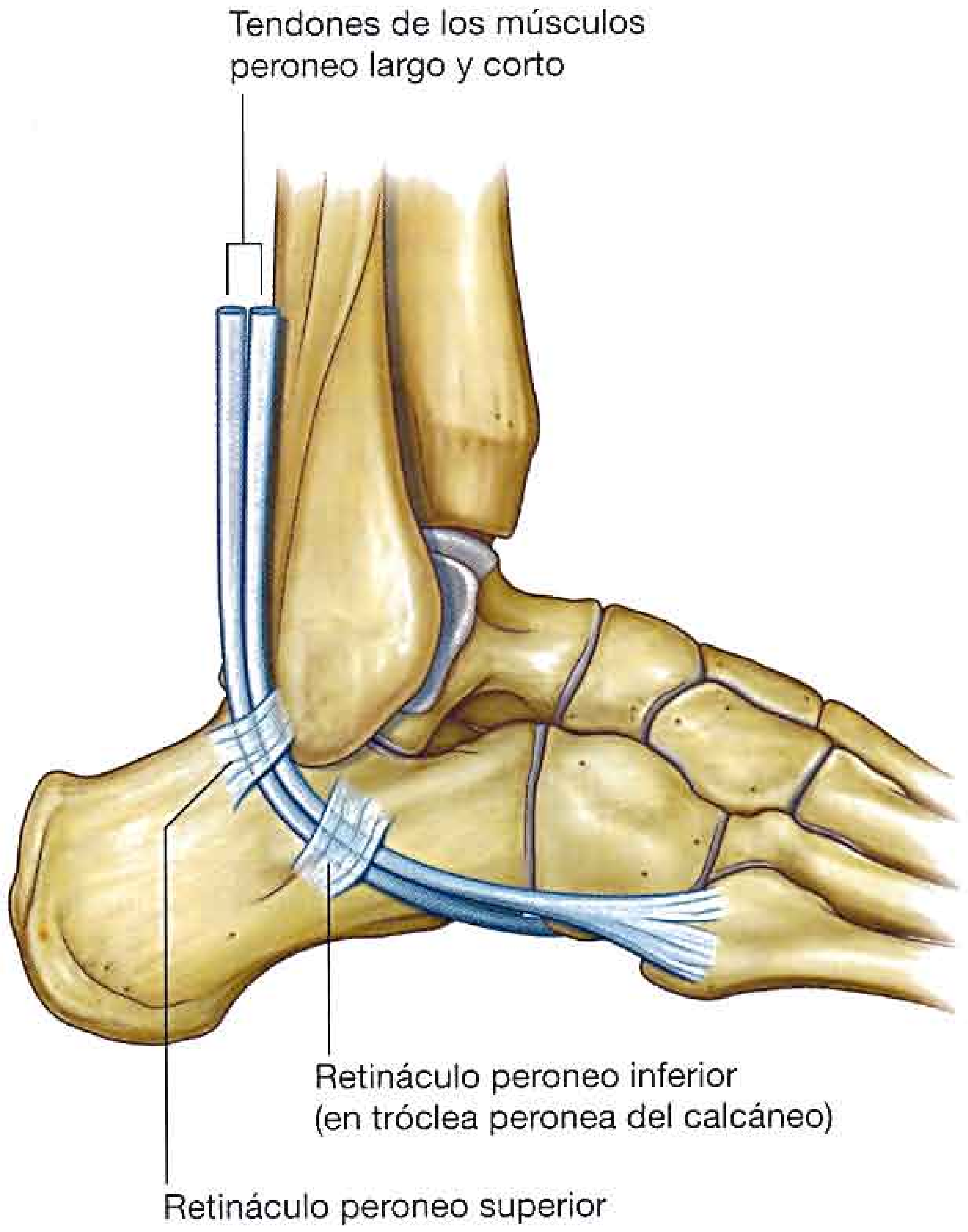


Fig. 6.106 Retináculos peroneos. Vista lateral, pie izquierdo.

En la tróclea peronea, un tabique separa el compartimento del tendón del músculo peroneo corto situado por encima, respecto de aquél para el peroneo largo, que se ubica por debajo.

Arcos del pie

Los huesos del pie no se disponen en un plano horizontal, sino que forman unos arcos longitudinal y transverso respecto del suelo (fig. 6.107). Esto favorece la absorción y distribución hacia abajo de las fuerzas del cuerpo en bipedestación y al moverse sobre diferentes superficies.

Arco longitudinal

El arco longitudinal del pie está formado entre el extremo posterior del calcáneo y las cabezas de los metatarsianos (fig. 6.107A). Es más alto en su cara medial, donde forma la parte medial del arco longitudinal, y más bajo en su cara lateral, donde constituye la parte lateral.

Arco transverso

El arco transverso del pie es más alto en el plano coronal que atraviesa la cabeza del astrágalo y desaparece cerca de las cabezas de los metatarsianos, donde estos huesos se mantienen juntos por medio de los ligamentos metatarsianos transversos profundos (fig. 6.107B).

Soporte ligamentoso y muscular

Varios ligamentos y músculos sostienen los arcos del pie (fig. 6.108):

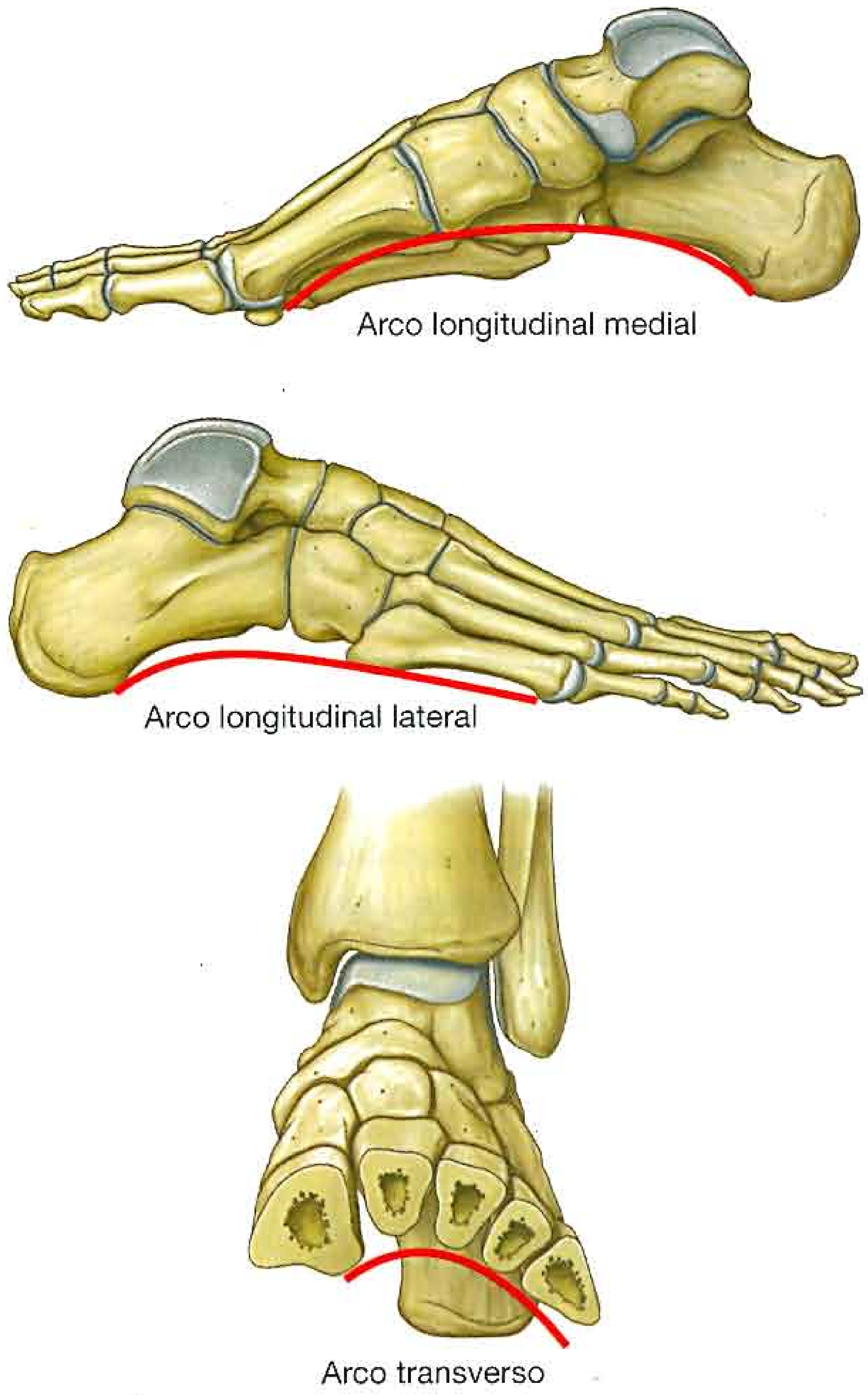


Fig. 6.107 Arcos del pie. Pie izquierdo. **A.** Arcos longitudinales. **B.** Arco transverso.

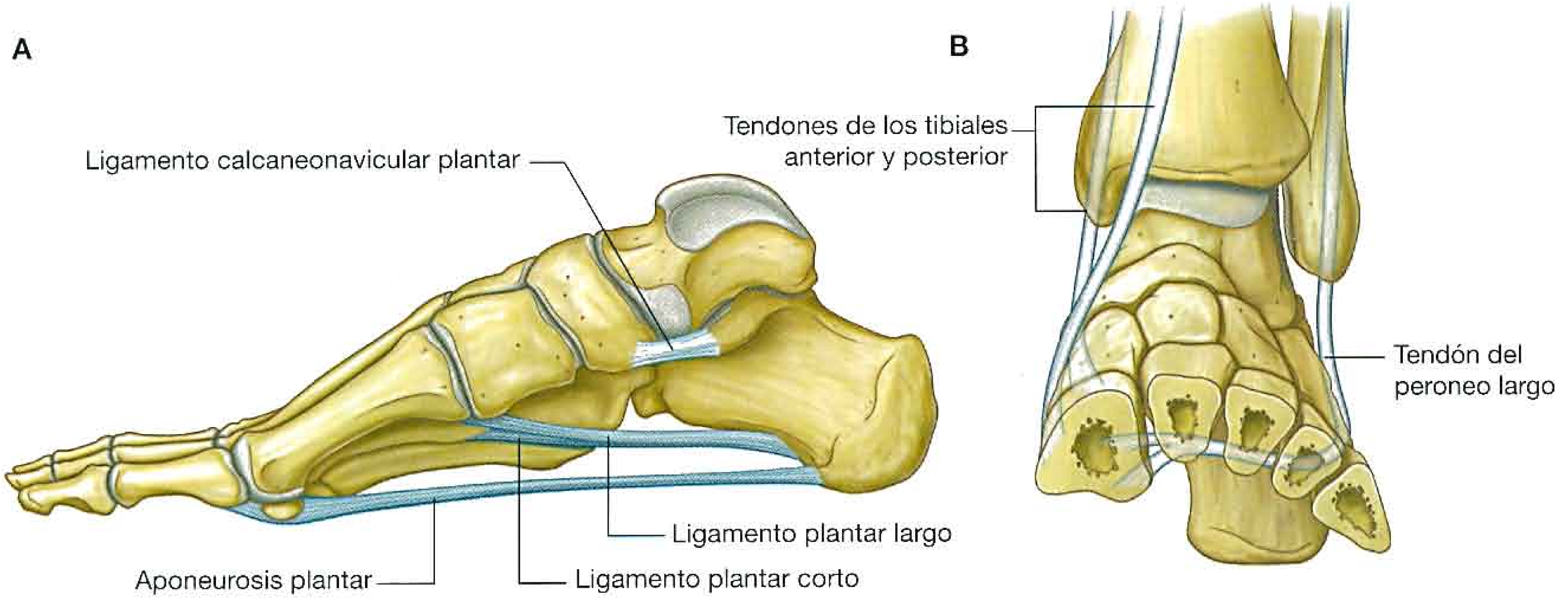


Fig. 6.108 Soporte para los arcos del pie. **A.** Ligamentos. Vista medial, pie izquierdo. **B.** Sección transversal a través del pie donde se observan los tendones de los músculos que sostienen los arcos.

- Los ligamentos que sostienen los arcos son el calcaneonavicular plantar, el calcaneocuboideo plantar, el plantar largo y la aponeurosis plantar.
- Los músculos que proporcionan apoyo dinámico a los arcos durante la marcha son el tibial anterior, el tibial posterior y el peroneo largo.

Aponeurosis plantar

La aponeurosis plantar es un engrosamiento de la fascia profunda en la planta del pie (fig. 6.109). Está anclada firmemente a la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo y se extiende hacia delante en forma de banda gruesa de fibras de tejido conjuntivo, dispuestas en sentido longitudinal. Las fibras divergen a su paso hacia delante y forman bandas digitales, que entran en los dedos y conectan con los huesos, los ligamentos y la dermis cutánea.

Distal a las articulaciones metatarsofalángicas, las bandas digitales de la aponeurosis plantar se interconectan por fibras transversas, que forman los ligamentos metatarsianos transversos superficiales.

La aponeurosis plantar sostiene el arco longitudinal del pie y protege a las estructuras más profundas de la planta.

Vainas fibrosas de los dedos

Los tendones de los músculos flexor largo de los dedos, flexor corto de los dedos y flexor largo del dedo gordo entran en vainas o túneles fibrosos digitales en la cara plantar de los dedos (fig. 6.110). Estas vainas fibrosas comienzan anteriores a las articulaciones metatarsofalángicas y se extienden a las falanges distales. Están formadas por arcos fibrosos y ligamentos cruzados (en forma de cruz), insertados a nivel posterior en los bordes de las falanges y en los ligamentos plantares

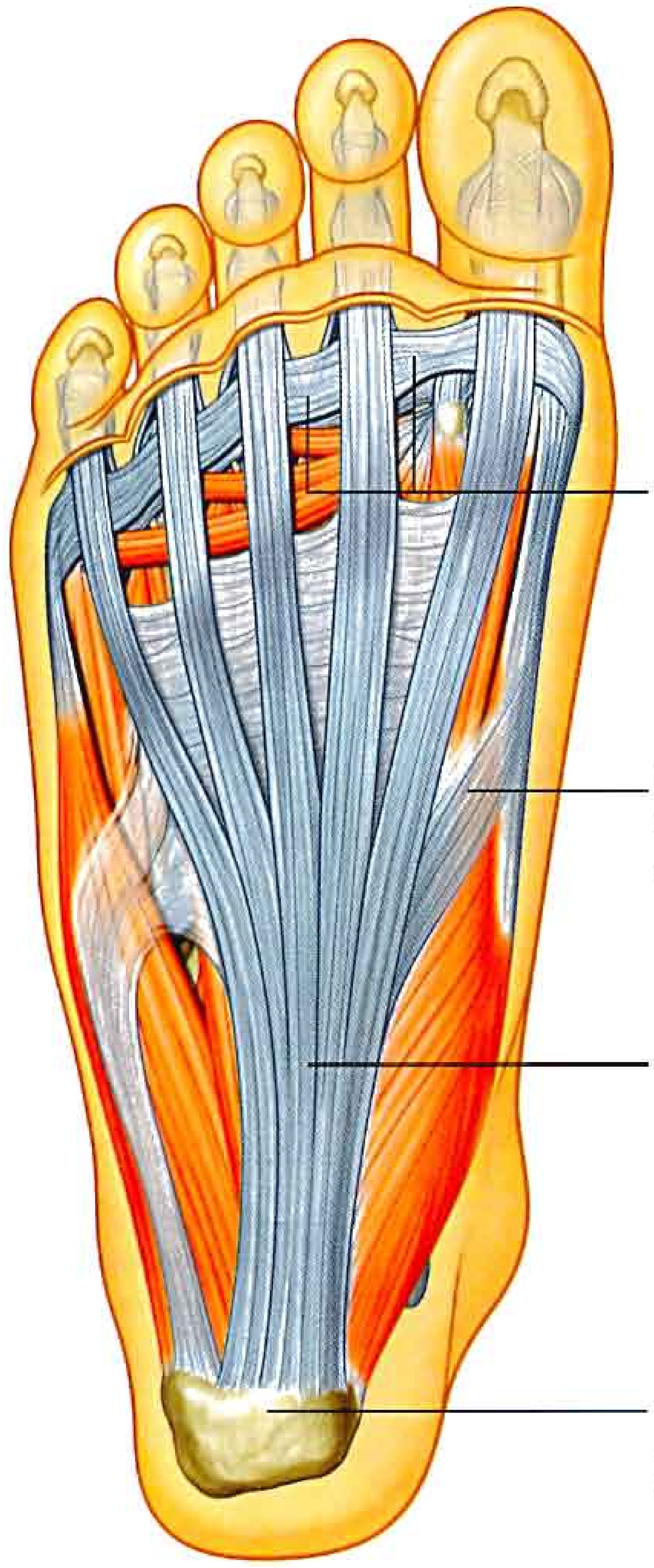


Fig. 6.109 Aponeurosis plantar.

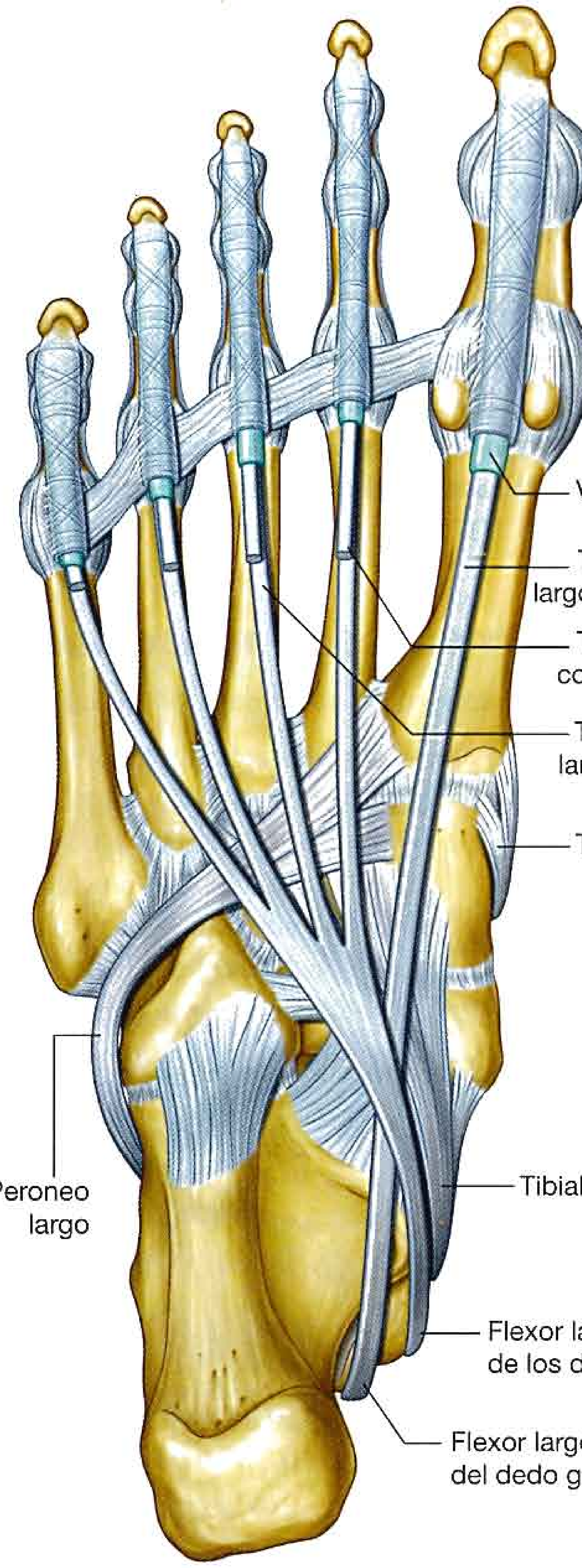


Fig. 6.110 Vainas fibrosas de los dedos.

asociados con las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas.

Estos túneles fibrosos sujetan los tendones al plano óseo y evitan que el tendón se arquee cuando los dedos se flexionan. Dentro de cada túnel los tendones están rodeados por una vaina sinovial.

Capuchones extensores

Los tendones del extensor largo de los dedos, el extensor corto de los dedos y el extensor largo del dedo gordo pasan a la cara dorsal de los dedos y se expanden sobre las falanges proximales para formar expansiones digitales dorsales complejas («capuchones extensores») (fig. 6.111).

Cada capuchón extensor tiene forma triangular, con su vértice unido a la falange distal, la región central a la falange media (segundo a quinto dedos) o proximal (dedo gordo), y cada extremo de la base rodea los lados de la articulación metatarsofalángica. Los extremos de los capuchones se insertan sobre todo en los ligamentos metatarsianos transversos profundos.

Muchos de los músculos intrínsecos del pie se insertan en el borde libre del capuchón a cada lado. La inserción de estos músculos a los capuchones extensores permite distribuir las fuerzas de estos músculos sobre los dedos para provocar la flexión de las articulaciones metatarsofalángicas, y al mismo tiempo extender las articulaciones interfalángicas (fig. 6.111). No se conoce con certeza la función de estos movimientos en el pie, pero es posible que eviten una extensión excesiva de las articulaciones metatarsofalángicas y la flexión de las articulaciones interfalángicas cuando el talón se eleva del suelo y el dedo gordo se agarra al mismo durante la marcha.

Músculos intrínsecos

Los músculos intrínsecos del pie se originan e insertan en éste:

- Hay un músculo intrínseco (extensor corto de los dedos) en la cara dorsal del pie.
- Todos los demás músculos intrínsecos (los interóseos dorsal y plantar, el flexor corto del quinto dedo, el flexor corto del dedo gordo, el flexor corto de los dedos, el cuadrado plantar [flexor accesorio], el abductor del quinto dedo, el abductor del dedo gordo y los lumbricales) están en la cara plantar del pie, donde se organizan en cuatro capas.

Los músculos intrínsecos sobre todo modifican las acciones de los tendones largos y generan movimientos finos de los dedos.

Todos los músculos intrínsecos del pie están inervados por los ramos plantares medial y lateral del nervio tibial, excepto el extensor de los dedos, que está inervado por el nervio peroneo profundo. Los primeros dos interóseos dorsales también pueden recibir parte de la inervación del nervio peroneo profundo.

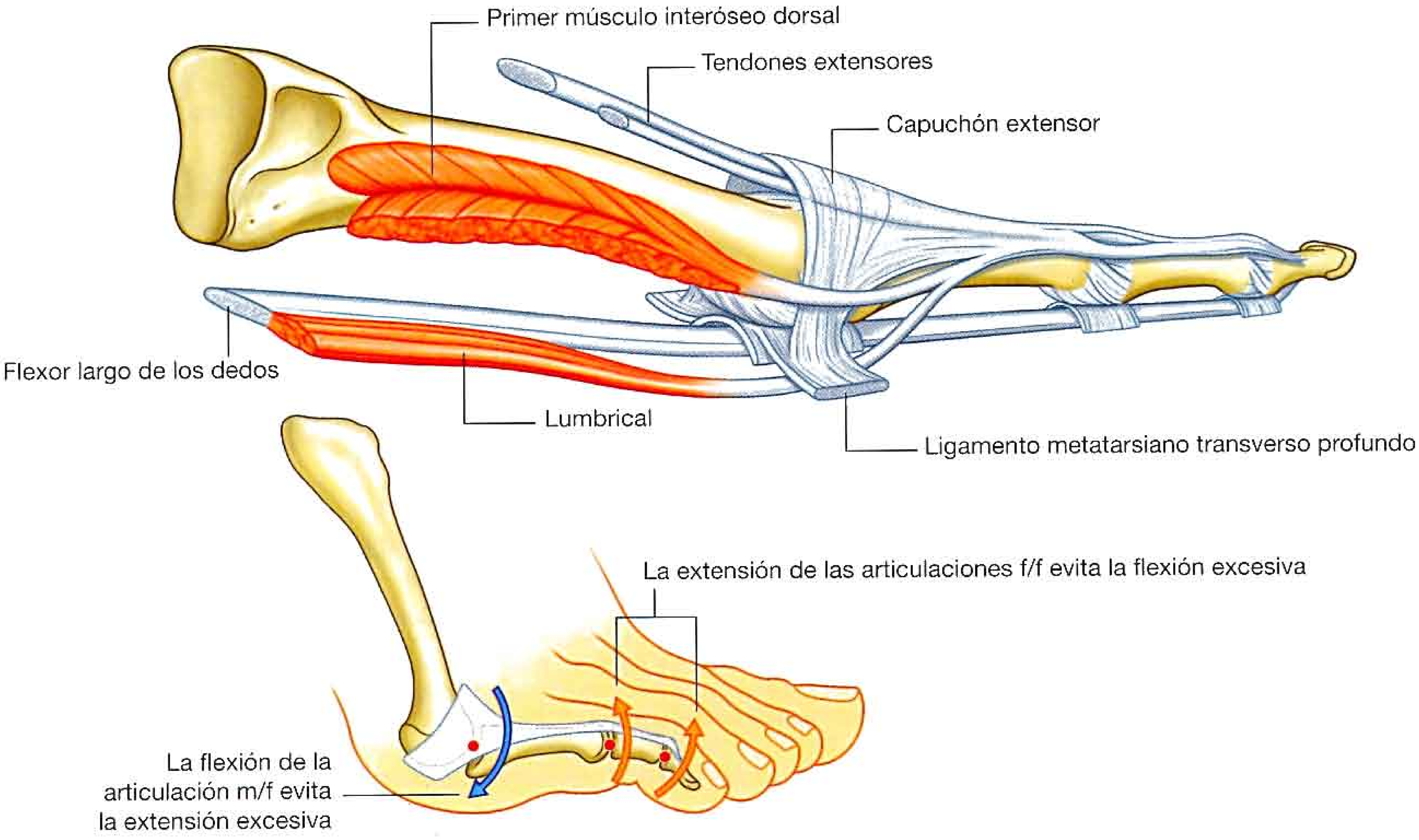


Fig. 6.111 Capuchones extensores.

En la cara dorsal

Extensor corto de los dedos

El **extensor corto de los dedos** se inserta en un área rugosa situada en la superficie superolateral del calcáneo, lateral al seno del tarso (fig. 6.112 y tabla 6.10).

El vientre muscular plano pasa en sentido anteromedial sobre el pie, en profundidad respecto a los tendones del extensor largo de los dedos, y forma cuatro tendones que entran en los cuatro dedos mediales. El tendón que entra en el dedo gordo se inserta en la base de la falange proximal, mientras que los tendones de los otros tres dedos lo hacen en las caras laterales de los tendones extensores largos de los dedos.

El extensor corto de los dedos flexiona la articulación metatarsofalángica proximal del dedo gordo y de los tres dedos medios mediante inserciones situadas en los tendones extensores largos y los capuchones extensores. Está inervado por el nervio peroneo profundo.

En la planta

Los músculos de la planta del pie están organizados en cuatro capas. De superficial a profunda, o de plantar a dorsal, estas capas son: la primera, la segunda, la tercera y la cuarta.

Primera capa

Hay tres componentes en la primera capa de músculos, que es la más superficial de las cuatro y es inmediatamente profunda a la aponeurosis plantar (fig. 6.113 y tabla 6.11). De medial a lateral, estos músculos son: el abductor del dedo gordo, el flexor corto de los dedos y el abductor del quinto dedo.

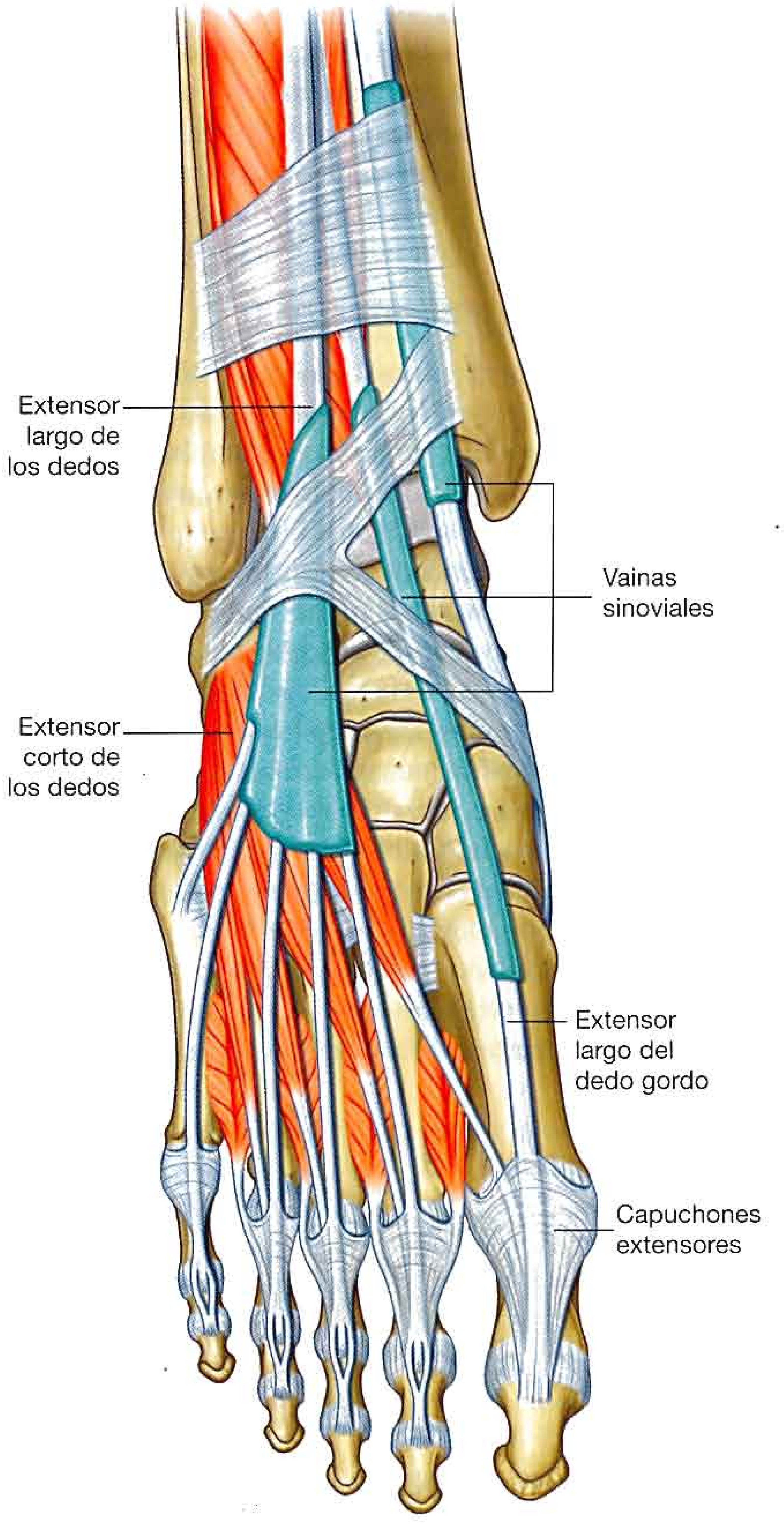


Fig. 6.112 Músculo extensor corto de los dedos.

Tabla 6.10 Músculos de la cara dorsal del pie

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Extensor corto de los dedos	Superficie superolateral del calcáneo	Base de la falange proximal del dedo gordo y caras laterales de los tendones del extensor largo de los dedos 2.º a 4.º	Nervio peroneo profundo (S1, S2)	Flexión de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo y flexión de los dedos 2.º a 4.º

Tabla 6.11 Primera capa muscular de la planta del pie (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Abductor del dedo gordo	Apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo	Cara medial de la base de la falange proximal del dedo gordo	Nervio plantar medial procedente del nervio tibial (S2, **S3**)	Abduce y flexiona el primer dedo en la articulación metatarsofalángica
Flexor corto de los dedos	Apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo y aponeurosis plantar	Caras de la superficie plantar de las falanges medias de los cuatro dedos laterales	Nervio plantar medial procedente del nervio tibial (S2, **S3**)	Flexión de los cuatro dedos laterales en la articulación interfalángica proximal
Abductor del quinto dedo	Apófisis lateral y medial de la tuberosidad del calcáneo y banda de tejido conjuntivo que conecta el calcáneo con la base del quinto metatarsiano	Caras de la base de la falange proximal del quinto dedo	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (S2, **S3**)	Abduce el quinto dedo en la articulación metatarsofalángica

Abductor del dedo gordo

El músculo **abductor del dedo gordo** forma el borde medial del pie y contribuye a producir la protuberancia de partes blandas que se observa en la cara medial de la planta (fig. 6.113). Se origina en la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo y en los bordes adyacentes del retináculo flexor y de la aponeurosis plantar. Forma un tendón que se inserta en la cara medial de la base de la falange proximal del dedo gordo y sobre el hueso sesamoideo medial asociado al tendón del músculo flexor corto del dedo gordo.

El abductor del dedo gordo abduce y flexiona el dedo gordo en la articulación metatarsofalángica y está inervado por el ramo plantar medial del nervio tibial.

Flexor corto de los dedos

El músculo **flexor corto de los dedos** se dispone inmediatamente por encima de la aponeurosis plantar y por debajo de los tendones del flexor largo de los dedos en la planta del pie (fig. 6.113). El vientre muscular fusiforme plano se origina como un tendón en la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo y en la aponeurosis plantar adyacente.

Las fibras musculares del flexor corto de los dedos convergen a nivel anterior para formar cuatro tendones, que entran de forma individual en los cuatro dedos laterales. Cerca de la base de la falange proximal del dedo, cada tendón se divide para pasar a nivel dorsal alrededor de cada lado del tendón del flexor largo de los dedos y unirse a los bordes de la falange media.

El flexor corto de los dedos flexiona los cuatro dedos laterales a nivel de las articulaciones interfalángicas proximales y está inervado por el ramo plantar medial del nervio tibial.

Abductor del quinto dedo

El músculo **abductor del quinto dedo** está en la cara lateral del pie y contribuye a formar la gran eminencia plantar

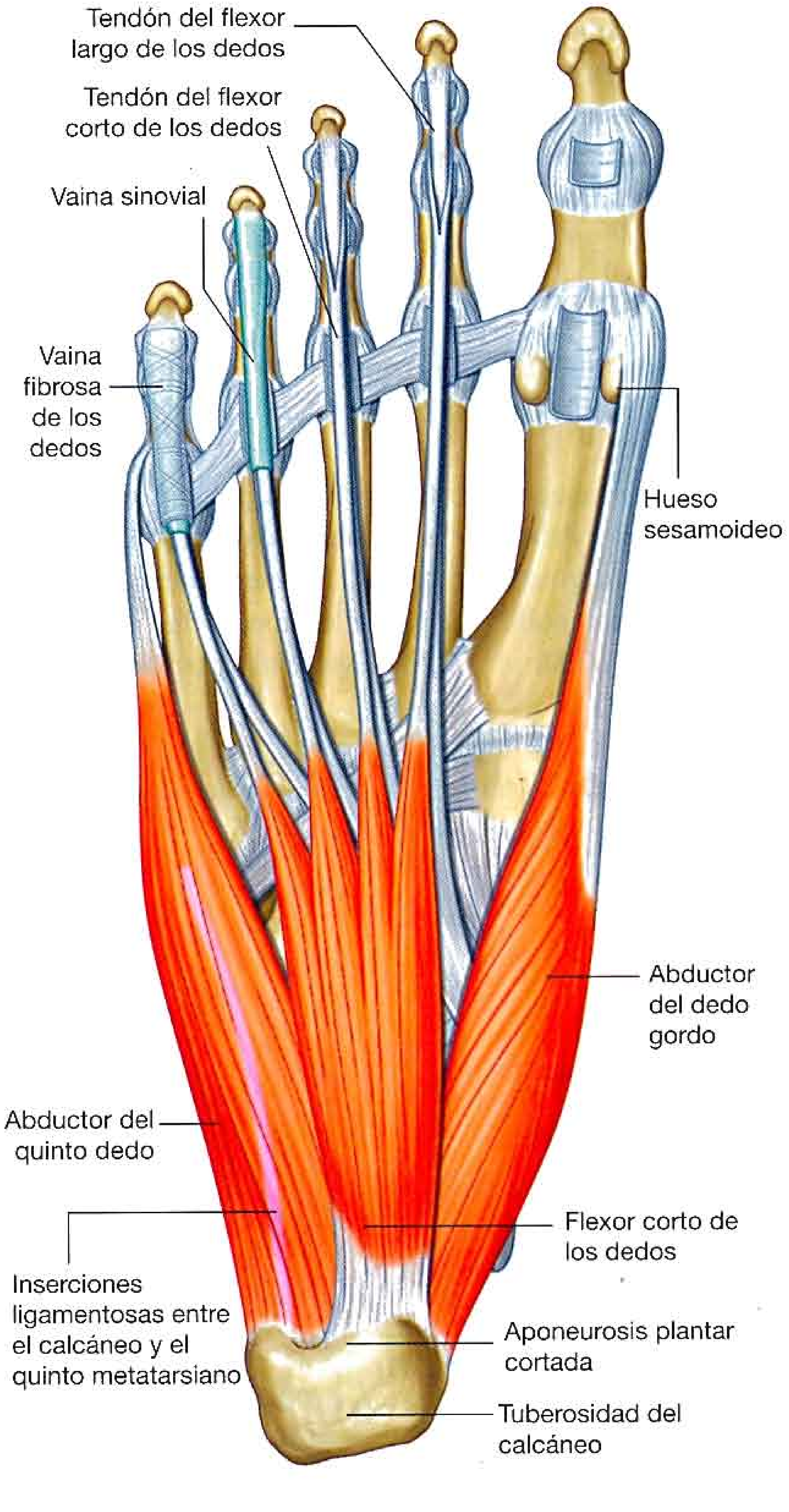


Fig. 6.113 Primera capa de músculos de la planta del pie.

lateral que hay en la planta (fig. 6.113). Tiene una base de origen amplia, sobre todo de las apófisis lateral y medial de la tuberosidad del calcáneo y de una banda fibrosa de tejido conjuntivo, que conecta el calcáneo con la base del quinto metatarsiano.

El abductor del quinto dedo forma un tendón que discurre por un surco poco excavado sobre la superficie plantar de la base del quinto metatarsiano y continúa hacia delante para insertarse en la cara lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo.

El abductor del quinto dedo abduce dicho dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica y está inervado por el ramo plantar lateral del nervio tibial.

Segunda capa

La segunda capa muscular de la planta del pie se asocia con los tendones del músculo flexor largo de los dedos, que pasan a través de esta capa, y consta de los músculos cuadrado plantar y de cuatro músculos lumbricales (fig. 6.114 y tabla 6.12).

Cuadrado plantar

El **cuadrado plantar** es un músculo cuadrangular plano, con dos cabezas de origen (fig. 6.114):

- Una de las cabezas se origina en la superficie medial del calcáneo por debajo del sustentáculo del astrágalo.
- La otra se origina en la superficie inferior del calcáneo anterior a la apófisis lateral de la tuberosidad del calcáneo y a la inserción del ligamento plantar largo.

El músculo cuadrado plantar se inserta en la cara lateral del tendón del flexor largo de los dedos en la mitad proximal de la planta del pie, cerca de donde se divide el tendón.

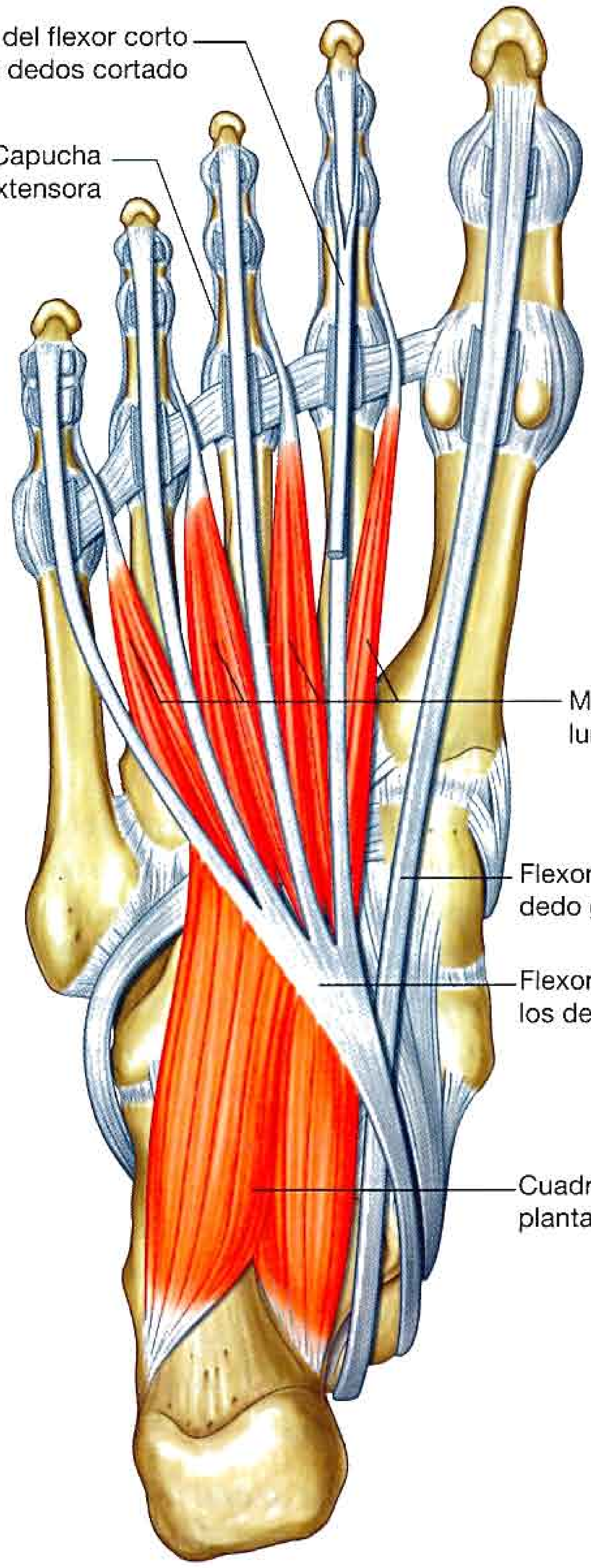


Fig. 6.114 Segunda capa de músculos de la planta del pie.

Tabla 6.12 Segunda capa muscular de la planta del pie

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Cuadrado plantar	Superficie medial del calcáneo y apófisis lateral de la tuberosidad del calcáneo	Cara lateral del tendón del flexor largo de los dedos en la zona proximal de la planta del pie	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (S1 a S3)	Ayuda al tendón del flexor largo de los dedos a flexionar los dedos segundo a quinto
Lumbricales	Primer lumbrical: cara medial del tendón del flexor largo de los dedos asociado con el segundo dedo; segundo, tercero y cuarto lumbricales: superficies adyacentes de los tendones adyacentes del flexor largo de los dedos	Bordes libres mediales de los capuchones extensores del segundo a quinto dedos	Primer lumbrical: nervio plantar medial procedente del nervio tibial; segundo, tercero y cuarto lumbricales: nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (S2, S3)	Flexión de la articulación metatarsofalángica y extensión de las articulaciones interfalángicas

El cuadrado plantar ayuda al tendón del flexor largo de los dedos a flexionar éstos y también puede ajustar la «línea de tracción» de este tendón al entrar en la planta del pie desde la cara medial. El músculo está inervado por el nervio plantar lateral.

Lumbricales

Los lumbricales son cuatro músculos vermiformes que se originan en los tendones del flexor largo de los dedos y pasan a nivel dorsal para insertarse en los bordes libres mediales de los capuchones extensores de los cuatro dedos laterales (fig. 6.114).

El primer lumbrical se origina en la cara medial del tendón del flexor largo de los dedos asociado con el segundo dedo. Los tres músculos restantes son bipenniformes y se originan en los lados de los tendones adyacentes.

Los músculos lumbricales actúan a través de los capuchones extensores para resistir la extensión excesiva de las articulaciones metatarsofalángicas y la flexión de las articulaciones interfalángicas cuando el talón deja el suelo al caminar.

El primer lumbrical está inervado por el nervio plantar medial, mientras que los otros tres están inervados por el nervio plantar lateral.

Tercera capa

Hay tres músculos en la tercera capa de la planta del pie (fig. 6.115 y tabla 6.13):

- Dos (flexor corto del dedo gordo y aductor de dicho dedo) se asocian con el dedo gordo.
- El tercero (flexor corto del quinto dedo) se asocia con el quinto dedo.

Flexor corto del dedo gordo

El músculo **flexor corto del dedo gordo** tiene dos cabezas tendinosas de origen (fig. 6.115):

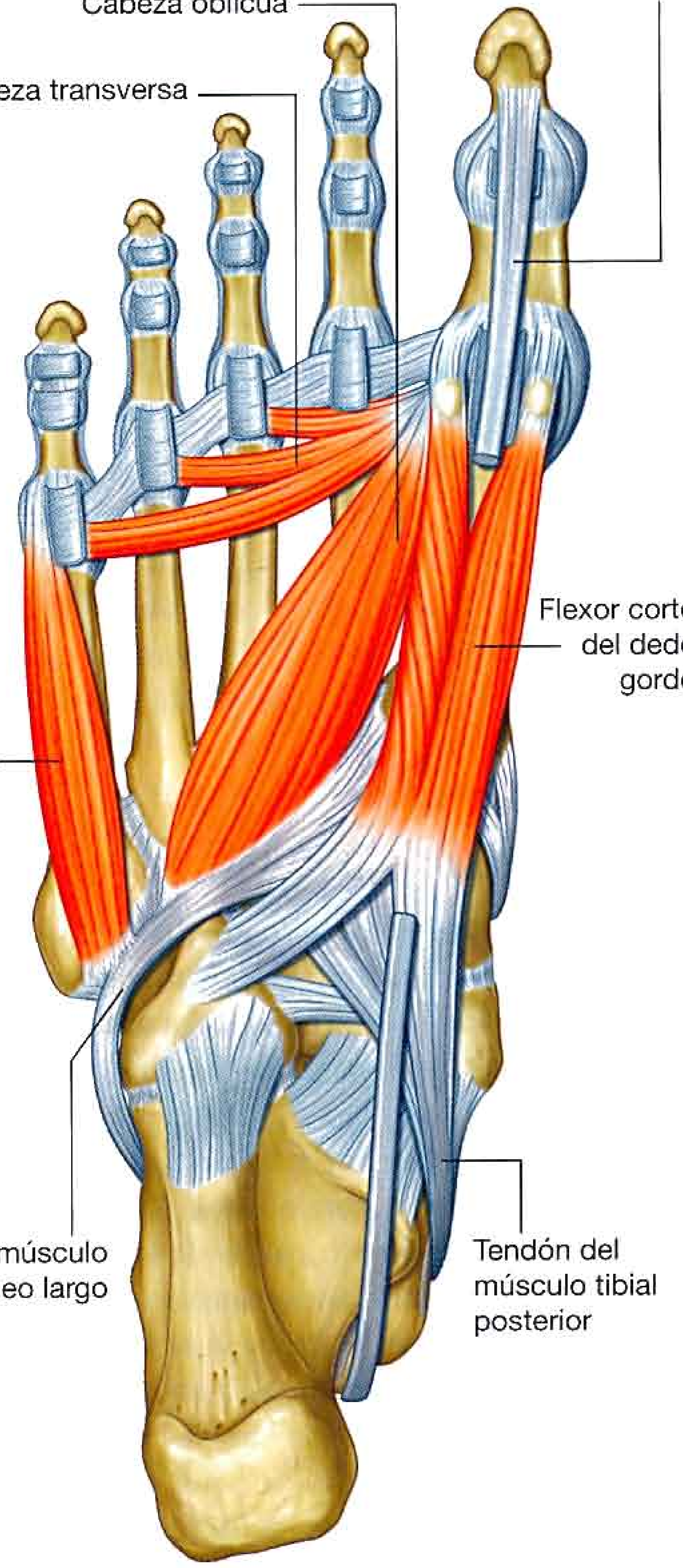


Fig. 6.115 Tercera capa de músculos de la planta del pie.

Tabla 6.13 Tercera capa muscular de la planta del pie (en negrita los principales segmentos vertebrales que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Flexor corto del dedo gordo	Superficie plantar del cuboides y cuneiforme lateral; tendón del tibial posterior	Caras lateral y medial de la base de la falange proximal del dedo gordo	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (**S1, S2**)	Flexiona la articulación metatarsofalángica del dedo gordo
Aductor del dedo gordo	Cabeza transversa: ligamentos asociados con las articulaciones metatarsofalángicas de los tres dedos laterales del pie; cabeza oblicua: bases del segundo a cuarto metatarsianos y vaina que cubre el peroneo largo	Cara lateral de la base de la falange proximal del dedo gordo	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (S2, S3)	Aduce el dedo gordo en la articulación metatarsofalángica
Flexor corto del quinto dedo	Base del quinto metatarsiano y vaina relacionada del tendón del peroneo largo	Cara lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (S2, S3)	Flexiona el quinto dedo en la articulación metatarsofalángica

- La **cabeza lateral** se origina en las superficies plantares del cuboides por detrás del surco para el peroneo largo y en la superficie adyacente del cuneiforme lateral.
- La **cabeza medial** tiene su origen en el tendón del músculo tibial posterior a su paso por la planta del pie.

Las cabezas lateral y medial se unen y dan lugar a un vientre muscular, que se separa a su vez en las partes medial y lateral, adyacentes a la superficie plantar del primer metatarsiano. Cada parte del músculo da origen a un tendón que se inserta en el lado lateral o medial de la base de la falange proximal del dedo gordo.

Hay un hueso sesamoideo en cada tendón del flexor corto del dedo gordo al nivel en que cruza la superficie plantar de la cabeza del primer metatarsiano. El tendón del flexor largo del dedo gordo pasa entre los huesos sesamoideos.

El flexor corto del dedo gordo flexiona la articulación metatarsofalángica del dedo gordo y está inervado por el nervio plantar medial.

Aductor del dedo gordo

El músculo **aductor del dedo gordo** se origina en dos cabezas musculares, transversa y oblicua, que se unen cerca de sus extremos para insertarse en la cara lateral de la base de la falange proximal del dedo gordo (fig. 6.115):

- La **cabeza transversa** se origina en los ligamentos plantares asociados con las articulaciones metatarsofalángicas de los tres dedos laterales y en los ligamentos metatarsianos transversos profundos asociados; el músculo atraviesa la planta del pie en sentido transversal de lateral a medial y se une a la cabeza oblicua cerca de la base del dedo gordo.
- La **cabeza oblicua** es mayor que la transversa y se origina en las superficies plantares de las bases del segundo a cuarto metatarsianos, así como en las vainas que cubren el músculo peroneo largo. Esta cabeza pasa en sentido anterolateral a través de la planta del pie y se une a la cabeza transversa.

El tendón de inserción del aductor del dedo gordo se inserta en el hueso sesamoideo lateral asociado con el tendón del músculo flexor corto del dedo gordo, además de insertarse en la falange proximal.

El aductor del dedo gordo aduce el primer dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica y está inervado por el nervio plantar lateral.

Flexor corto del quinto dedo

El músculo **flexor corto del quinto dedo** se origina en la superficie plantar de la base del quinto metatarsiano y en la vaina adyacente del tendón del peroneo largo (fig. 6.118). Se inserta en la cara lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo.

El flexor corto del quinto dedo flexiona dicho dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica y está inervado por el nervio plantar lateral.

Cuarta capa

Hay dos grupos musculares en la capa muscular más profunda de la planta del pie: los interóseos plantares y los interóseos dorsales (fig. 6.116 y tabla 6.14).

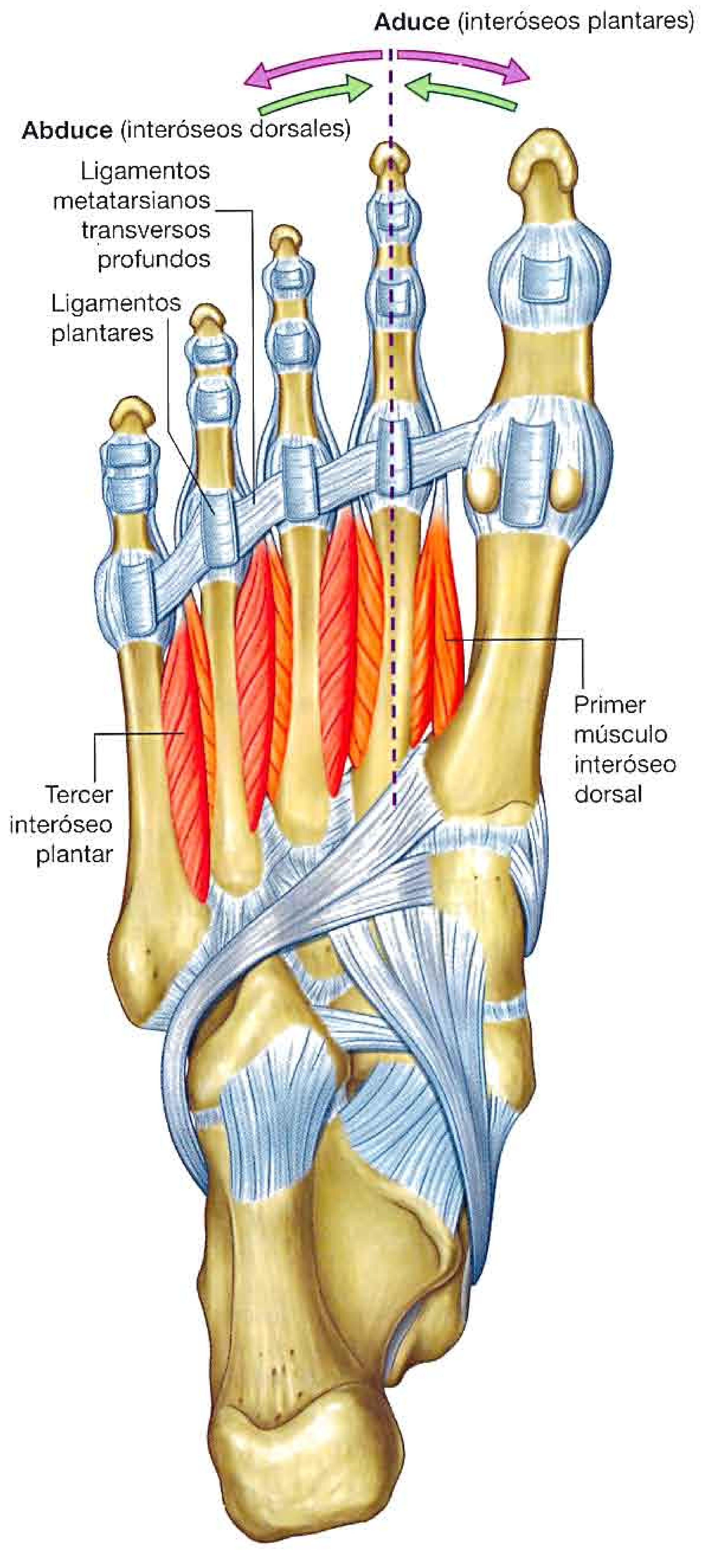


Fig. 6.116 Cuarta capa de músculos de la planta del pie.

Tabla 6.14 Cuarta capa muscular de la planta del pie

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Interóseos dorsales	Caras de los metatarsianos adyacentes	Expansiones dorsales y bases de las falanges proximales del segundo al cuarto dedos	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial; el primer y segundo interóseos dorsales también están inervados por el nervio peroneo profundo (S2, S3)	Abducción del segundo al cuarto dedos en las articulaciones metatarsofalángicas; resiste la extensión de las articulaciones metatarsofalángicas y la flexión de las articulaciones interfalángicas
Interóseos plantares	Caras mediales de los metatarsianos del tercero al quinto dedos	Expansiones dorsales y bases de las falanges proximales del tercero al quinto dedos	Nervio plantar lateral procedente del nervio tibial (S2, S3)	Aducción del tercer al quinto dedos en las articulaciones metatarsofalángicas; resiste la extensión de las articulaciones metatarsofalángicas y la flexión de las articulaciones interfalángicas

Interóseos dorsales

Los cuatro **interóseos dorsales** son los músculos más superiores de la planta del pie y abducen los dedos segundo a cuarto respecto al eje longitudinal que atraviesa el segundo dedo (fig. 6.116). Los cuatro músculos son bipenniformes y se originan en las caras de los metatarsianos adyacentes.

Los tendones de los interóseos dorsales se insertan en el borde libre de las expansiones dorsales y en la base de las falanges proximales de los dedos.

El segundo dedo puede abducirse hacia cualquier lado de su eje longitudinal, de manera que tiene asociados dos interóseos dorsales, uno a cada lado. El tercer y cuarto dedos tienen un músculo interóseo dorsal sólo en sus caras laterales. El dedo gordo y el quinto tienen sus propios abductores (abductor del dedo gordo y abductor del quinto dedo) en la primera capa de músculos de la planta del pie.

Además de la abducción, los interóseos dorsales actúan a través de expansiones dorsales resistiendo la extensión de las articulaciones metatarsofalángicas y la flexión de las articulaciones interfalángicas.

Los interóseos dorsales están inervados por el nervio plantar lateral. El primer y segundo interóseos también reciben ramos en sus superficies superiores del nervio peroneo profundo.

Interóseos plantares

Los tres interóseos plantares aducen el tercero, cuarto y quinto dedos hacia el eje longitudinal que pasa por el segundo dedo (fig. 6.116).

Cada músculo interóseo plantar se origina en la cara medial de su metatarsiano asociado y se inserta en el borde medial libre de la expansión dorsal y en la base de la falange proximal.

El dedo gordo tiene su propio aductor (aductor del dedo gordo) en la tercera capa de músculos de la planta del pie, y al segundo dedo le aduce de nuevo a su eje longitudinal uno de sus interóseos dorsales.

Además de la aducción, los interóseos plantares actúan a través de expansiones dorsales resistiendo la extensión de las articulaciones metatarsofalángicas y la flexión de las articulaciones interfalángicas. Todos están inervados por el nervio plantar lateral.

Arterias

La irrigación del pie proviene de ramas de las arterias tibial posterior y dorsal del pie.

La arteria tibial posterior entra en la planta y se bifurca en las arterias plantares lateral y medial. La arteria plantar lateral se une al extremo terminal de la arteria dorsal del pie (la arteria plantar profunda) para formar el arco plantar profundo. Las ramas de este arco irrigan los dedos.

La arteria dorsal del pie es la continuación de la arteria tibial anterior. Pasa sobre la cara dorsal del pie y después en sentido inferior, como arteria plantar profunda, entre el primer y segundo metatarsianos para entrar en la planta del pie.

Arteria tibial posterior y arco plantar

La arteria tibial posterior entra en el pie a través del túnel del tarso, situado sobre la cara medial del tobillo y por detrás del maléolo medial. *A medio camino entre el maléolo medial y el talón puede palparse el pulso de la arteria tibial posterior, porque aquí la arteria está cubierta sólo por una capa fina de retináculo, tejido conjuntivo superficial y piel.* Cerca de esta localización, la arteria tibial posterior se bifurca en una pequeña arteria plantar medial y una arteria plantar lateral mucho mayor.

Arteria plantar lateral

La **arteria plantar lateral** pasa en sentido anterolateral al interior de la planta del pie, primero en profundidad respecto al extremo proximal del músculo abductor del dedo gordo y

después entre los músculos cuadrado plantar y flexor corto de los dedos (fig. 6.117). Alcanza la base del quinto metatarsiano, donde se dispone en el surco existente entre los músculos flexor corto de los dedos y abductor del quinto dedo. Desde ahí la arteria plantar lateral se curva en sentido medial para formar el **arco plantar profundo**, que cruza el plano profundo de la planta sobre las bases de los metatarsianos y los músculos interóseos.

Entre las bases del primer y segundo metatarsianos, el arco plantar profundo se une a la rama terminal (arteria plantar profunda) de la arteria dorsal del pie, que entra en la planta desde la cara dorsal del pie.

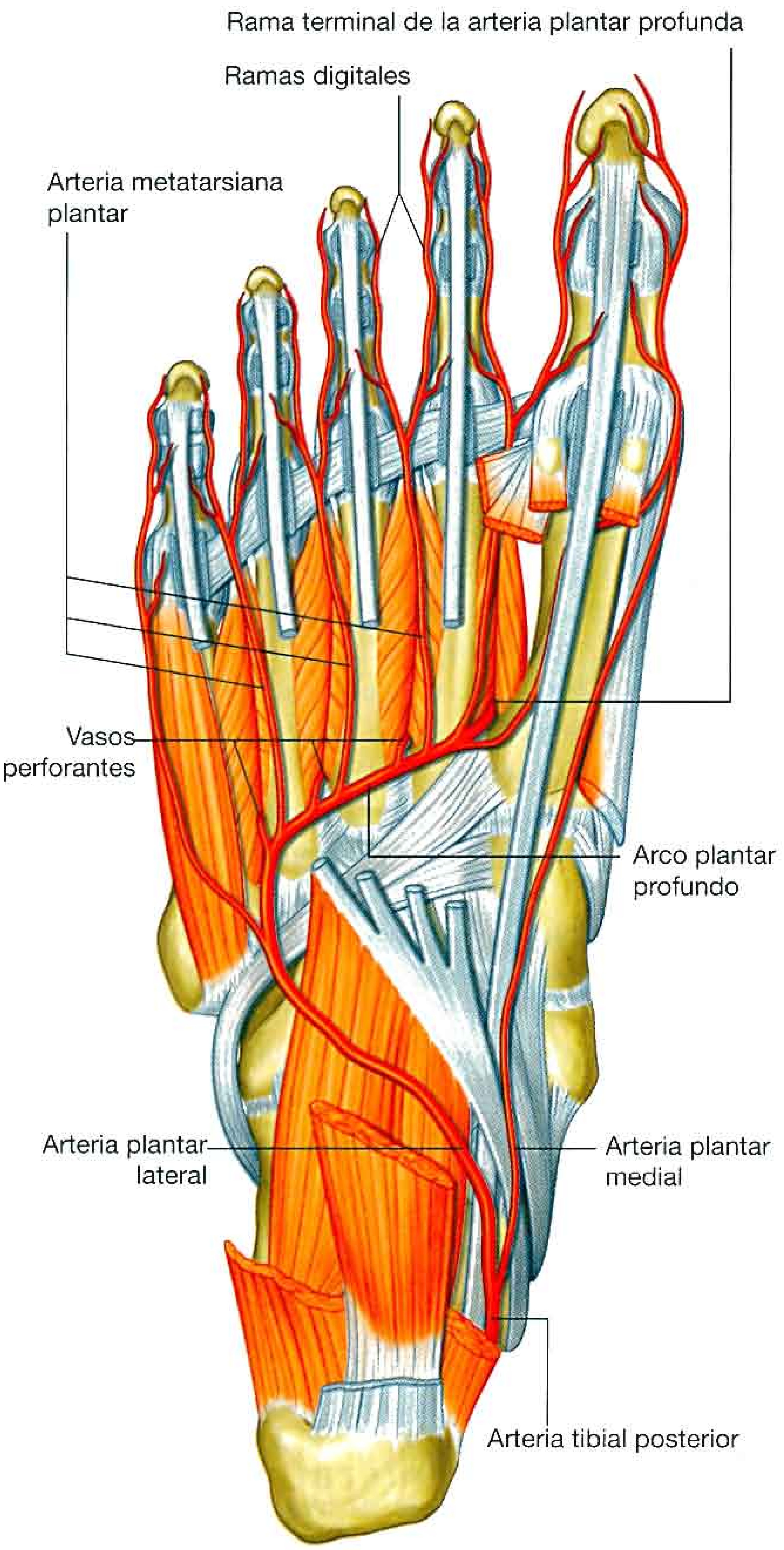


Fig. 6.117 Arterias de la planta del pie.

Las principales ramas del arco plantar profundo son:

- Una rama digital para la cara lateral del quinto dedo.
- Cuatro arterias metatarsianas plantares que dan ramas digitales para los lados adyacentes de los dedos 1 a 5 y el lado medial del dedo gordo.
- Tres arterias perforantes que pasan entre las bases del segundo a quinto metatarsianos para anastomosarse con los vasos situados en la cara dorsal del pie.

Arteria plantar medial

La **arteria plantar medial** pasa al interior de la planta del pie en profundidad respecto al extremo proximal del músculo abductor del dedo gordo (fig. 6.117). Da una rama profunda para los músculos adyacentes y después pasa hacia delante en el surco existente entre los músculos abductor del dedo gordo y flexor corto de los dedos. Termina uniéndose a la rama digital del arco plantar profundo, que irriga la cara medial del dedo gordo.

Cerca de la base del primer metatarsiano, la arteria plantar medial da lugar a una rama superficial, que se divide en tres vasos. Estos vasos pasan superficiales al músculo flexor corto de los dedos para unirse a las arterias metatarsianas plantares, procedentes del arco plantar profundo.

Arteria dorsal del pie

La **arteria dorsal del pie** es la continuación de la arteria tibial anterior y comienza cuando ésta cruza la articulación del tobillo (fig. 6.118). Pasa a nivel anterior sobre la cara dorsal de los huesos astrágalo, navicular y cuneiforme medial, y después en sentido inferior, como arteria plantar profunda, entre las dos cabezas del primer músculo interóseo dorsal para unirse al arco plantar profundo en la planta del pie. *El pulso de la arteria dorsal del pie sobre la superficie dorsal del mismo puede sentirse palpando suavemente el vaso contra los huesos del tarso subyacentes, entre los tendones del flexor largo del dedo gordo y del flexor largo de los dedos del segundo dedo del pie.*

Las ramas de la arteria dorsal del pie son las ramas tarsales lateral y medial, una arteria arqueada y una primera arteria metatarsiana dorsal:

- Las **arterias tarsales** pasan en sentido medial y lateral sobre los huesos del tarso irrigando estructuras adyacentes y anastomosándose con una red de vasos formada alrededor del tobillo.
- La **arteria arqueada** pasa en sentido lateral sobre la cara dorsal de los metatarsianos cerca de sus bases y da lugar a tres **arterias metatarsianas dorsales**, de las que salen las **arterias digitales dorsales** para las caras adyacentes del segundo a quinto dedos y una arteria digital dorsal que irriga la cara lateral del quinto dedo.
- La **primera arteria metatarsiana dorsal** (la última rama de la arteria dorsal del pie antes de que esta última

continúe como arteria plantar profunda hacia la planta del pie) da lugar a las ramas digitales para las caras adyacentes del dedo gordo y del segundo dedo.

Las arterias metatarsianas dorsales se conectan con las ramas perforantes del arco plantar profundo y con ramas similares de las arterias metatarsianas plantares.

Venas

En el pie hay redes interconectadas de venas profundas y superficiales. Las venas profundas siguen a las arterias. Las superficiales drenan en un arco venoso dorsal, situado sobre la superficie dorsal del pie por encima de los metatarsianos (fig. 6.119):

- La **vena safena mayor** se origina en el extremo medial del arco y pasa anterior al maléolo medial y hacia la cara medial de la pierna.
- La **vena safena menor** se origina en el extremo lateral del arco y pasa posterior al maléolo lateral y hacia la porción posterior de la pierna.

Nervios

El pie está inervado por los nervios tibial, peroneo profundo, peroneo superficial, sural y safeno:

- Los cinco nervios contribuyen a la inervación sensitiva cutánea o general.
- El tibial anterior inerva todos los músculos intrínsecos del pie, excepto el extensor corto de los dedos, que está inervado por el nervio peroneo profundo.
- El nervio peroneo profundo también suele contribuir a la inervación del primer y segundo interóseos dorsales.

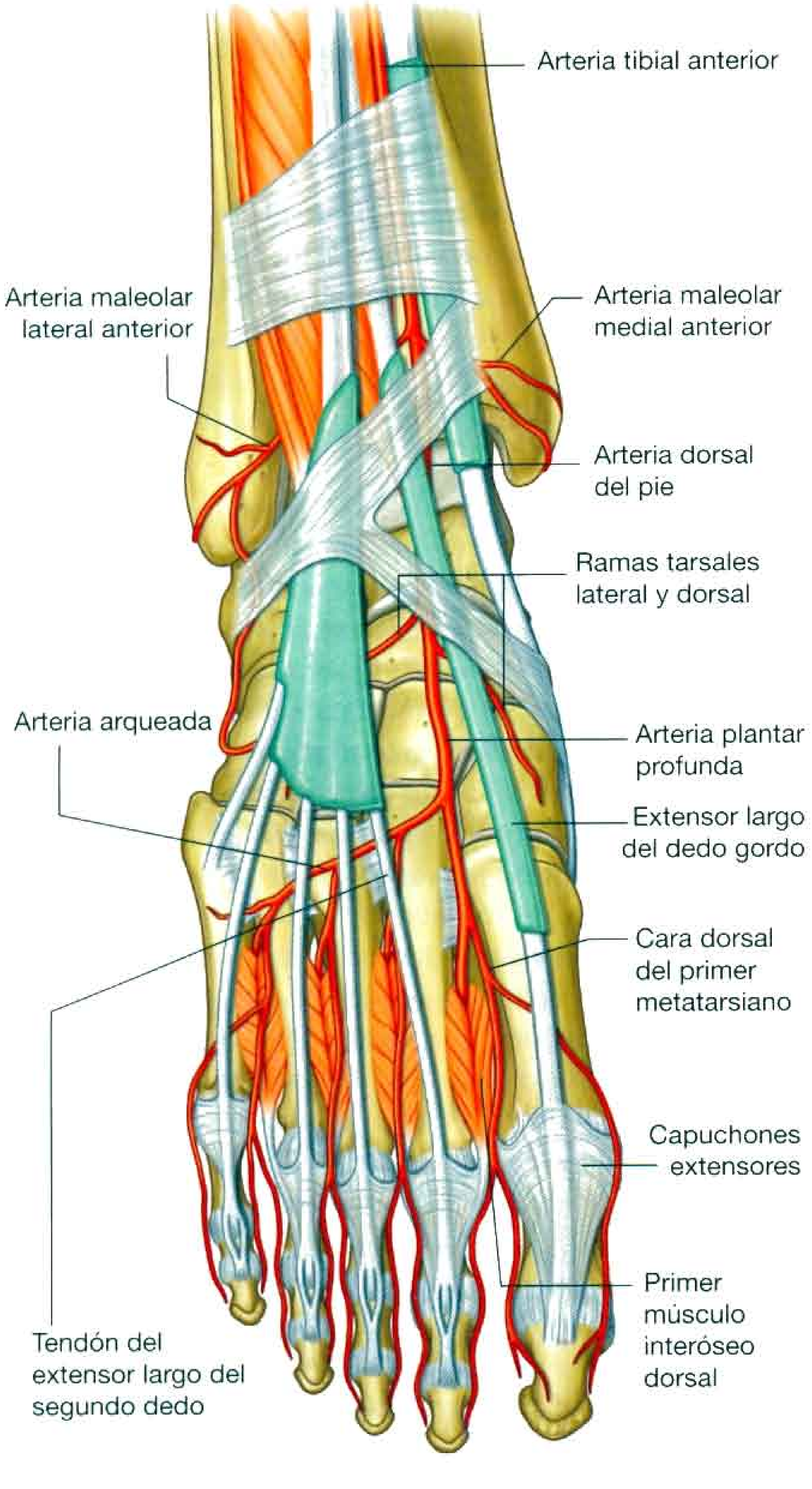


Fig. 6.118 Arteria dorsal del pie.

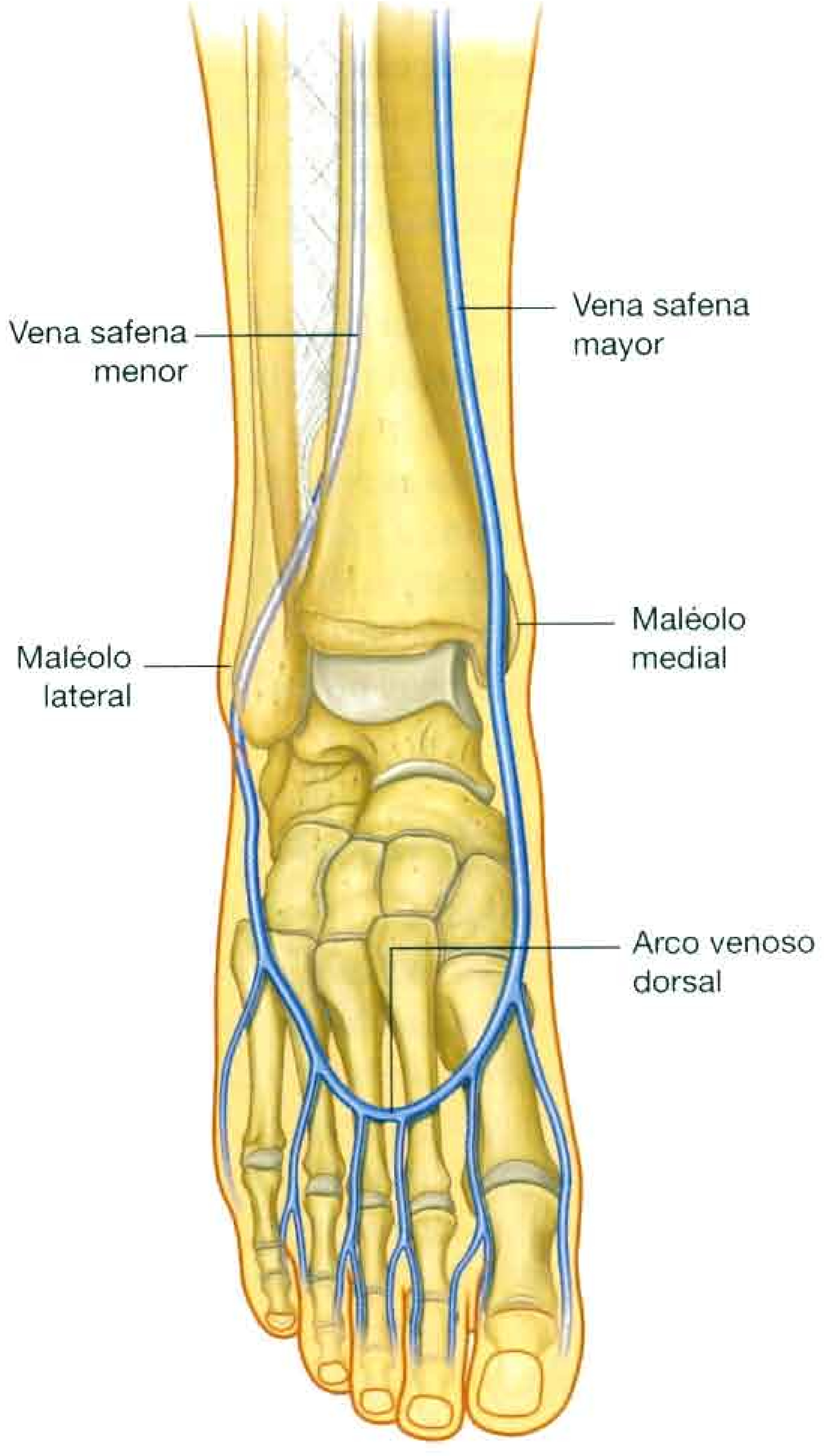


Fig. 6.119 Venas superficiales del pie.

Nervio tibial

El **nervio tibial** entra en el pie a través del túnel del tarso posterior al maléolo medial. En el túnel, el nervio es lateral a la arteria tibial posterior y origina **ramas calcáneas mediales**, que atraviesan el retináculo flexor para irrigar el talón. A medio camino entre el maléolo medial y el talón, el nervio tibial se bifurca con la arteria tibial posterior en:

- Un gran nervio plantar medial.
- Un nervio plantar lateral más pequeño (fig. 6.120).

Los nervios plantares medial y lateral se disponen junto a sus arterias correspondientes.

Nervio plantar medial

El **nervio plantar medial** es el principal nervio sensitivo de la planta del pie (fig. 6.120). Inerva la piel de la mayor parte de los dos tercios anteriores de la planta, las superficies adyacentes de los tres dedos mediales y la mitad del cuarto, lo que incluye el dedo gordo. Además de esta gran área de piel plantar, el nervio también inerva tres músculos intrínsecos: el abductor del dedo gordo, el flexor corto de los dedos y el primer lumbrical.

El nervio plantar medial pasa a la planta del pie en profundidad respecto del músculo abductor del dedo gordo y hacia delante en el surco existente entre el abductor del dedo gordo y el flexor corto de los dedos, dando lugar a ramos para ambos músculos.

El nervio plantar medial da lugar a un ramo digital **(nervio digital plantar propio)** para la cara medial del dedo gordo y después se divide en tres nervios **(nervios digitales plantares comunes)** en la superficie plantar del flexor corto de los dedos, que continúa hacia delante para dar origen a los ramos digitales plantares propios para las superficies adyacentes del primero a cuarto dedos. El nervio para el primer lumbrical se origina en el primer nervio digital plantar común.

Nervio plantar lateral

El **nervio plantar lateral** es un destacado nervio motor del pie porque inerva todos los músculos intrínsecos de la planta, excepto los tres músculos (abductor del dedo gordo, flexor corto de los dedos y primer lumbrical) inervados por el nervio plantar medial (fig. 6.120). También inerva una banda de piel situada sobre la cara lateral de los dos tercios anteriores de la planta, así como las superficies plantares adyacentes del quinto dedo y la mitad lateral del cuarto.

El nervio plantar lateral entra en la planta del pie pasando en profundidad respecto de la inserción proximal del músculo abductor del dedo gordo. Continúa en sentido lateral y anterior a través de la planta entre los músculos flexor corto de los dedos y cuadrado plantar, dando lugar a ramos para ambos músculos, y después se divide cerca de la cabeza del quinto metatarsiano en un ramo superficial y otro profundo.

El **ramo superficial** del nervio plantar lateral da origen a un **nervio digital plantar propio**, que inerva la piel de la cara lateral del quinto dedo, y a un **nervio digital plantar común**, que se divide para dar lugar a nervios digitales plantares propios para la piel de las caras adyacentes del cuarto y quinto dedos.

El nervio digital plantar propio para la cara lateral del quinto dedo también inerva los músculos flexor corto del quinto dedo e interóseos dorsales y plantares entre el cuarto y quinto metatarsianos.

El **ramo profundo** del nervio plantar lateral es motor y acompaña a la arteria plantar lateral en profundidad respecto a los tendones flexores largos y al músculo aductor del dedo gordo. Da lugar a ramos para los músculos lumbricales segundo a cuarto, el músculo aductor del dedo gordo y todos los interóseos, excepto los que se encuentran entre el cuarto y el quinto metatarsianos, que están inervados por el ramo superficial.

Nervio peroneo profundo

El **nervio peroneo profundo** inerva al extensor corto de los dedos, contribuye a la inervación de los dos primeros músculos interóseos dorsales y da lugar a ramos sensitivos genera-

Conceptos prácticos

Neuroma de Morton

Un neuroma de Morton es el aumento de tamaño de un nervio plantar común, habitualmente en el espacio que existe entre el tercer y cuarto dedos. En esta región del pie, el nervio plantar lateral suele unirse al nervio plantar medial. Cuando los dos nervios se unen, el nervio resultante suele tener un diámetro mayor que el de los otros dedos. Además, está en una posición relativamente subcutánea, justo por encima de la almohadilla grasa del pie, cerca de la arteria y la vena. Por encima del nervio se encuentra el ligamento metatarsiano transverso profundo, una estructura fuerte y ancha que mantiene unidos los metatarsianos. Por lo general, cuando el paciente entra en la fase de «despegue» de la marcha, el nervio interdigital queda atrapado entre el suelo y el ligamento metatarsiano transverso profundo. Las fuerzas tienden a comprimir al nervio plantar común, que puede irritarse, en cuyo caso suele haber algún cambio inflamatorio y engrosamiento asociados.

Los pacientes presentan un dolor típico en el tercer interespacio, que puede ser agudo o sordo, y que suele empeorar al ponerse calzado y caminar.

El tratamiento puede comprender la inyección de fármacos antiinflamatorios, pero en ocasiones es necesario extirparlo con cirugía.

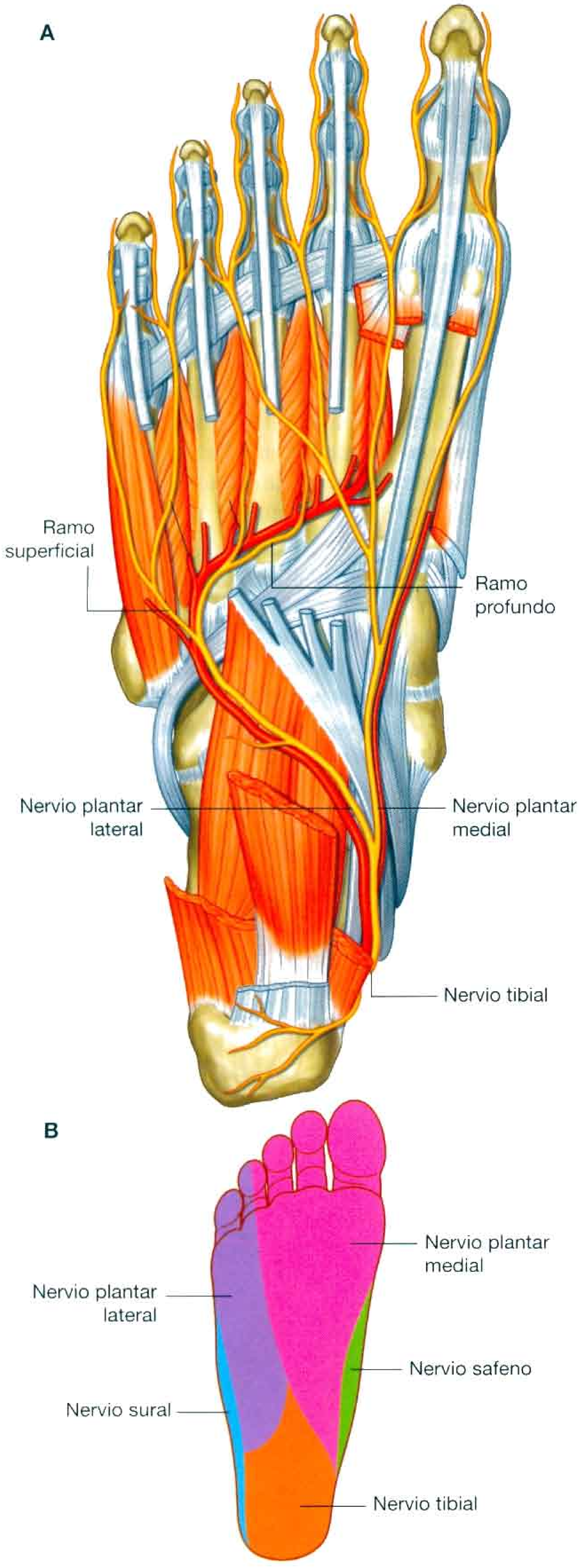


Fig. 6.120 Nervios plantares lateral y medial. **A.** Planta del pie izquierdo. **B.** Distribución cutánea.

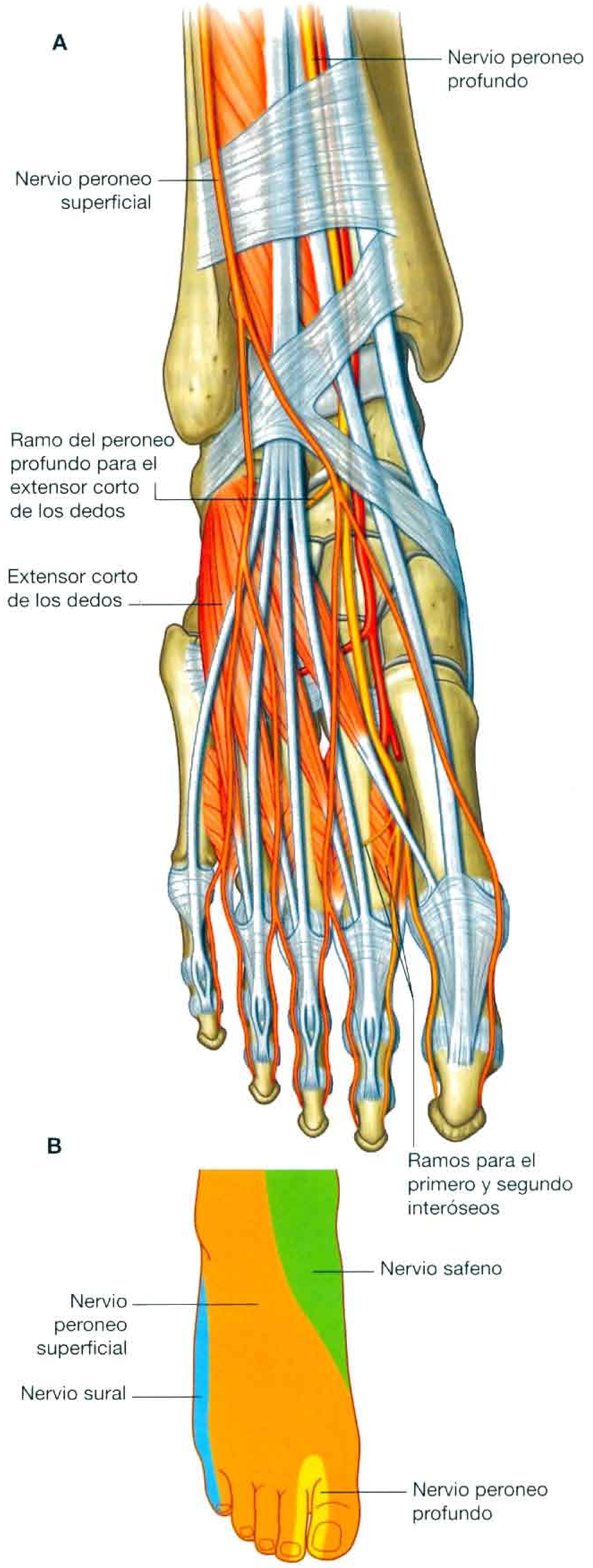


Fig. 6.121 **A.** Ramos terminales de los nervios peroneos superficial y profundo del pie. **B.** Distribución cutánea.

les para la piel de las caras dorsales adyacentes del primer y segundo dedos y para el espacio interdigital que existe entre ellos (fig. 6.121).

El nervio peroneo profundo entra en la cara dorsal del pie por el lado medial de la arteria dorsal del pie y es paralelo y medial al tendón del músculo flexor largo del dedo gordo. Justo distal a la articulación del tobillo el nervio da lugar a un ramo lateral que inerva al flexor corto de los dedos desde su superficie profunda.

El nervio peroneo profundo continúa hacia delante en la superficie dorsal del pie, atraviesa la fascia profunda entre el primer y segundo metatarsianos cerca de las articulaciones metatarsofalángicas y después se divide en dos **nervios digitales dorsales**, que inervan la piel existente sobre las superficies adyacentes del primer y segundo dedos.

Antes de atravesar la fascia profunda, del nervio peroneo profundo se originan pequeños ramos motores que contribuyen a inervar los dos primeros músculos interóseos dorsales.

Nervio peroneo superficial

El **nervio peroneo superficial** es sensitivo para la mayor parte de la piel situada sobre la cara dorsal del pie y los dedos, excepto la que hay sobre las zonas adyacentes del primer y segundo dedos (que está inervada por el nervio peroneo profundo) y la que hay sobre la cara lateral del pie y el quinto dedo (que está inervada por el nervio sural; fig. 6.121).

El nervio peroneo superficial atraviesa la fascia profunda en la cara anterolateral de la porción inferior de la pierna y entra en la cara dorsal del pie en la fascia superficial. Da lugar a ramos cutáneos y **nervios digitales dorsales** a lo largo de su trayecto.

Nervio sural

El nervio sural es un ramo cutáneo del nervio tibial que se origina a un nivel alto en la pierna. Entra en el pie en la fascia superficial posterior al maléolo lateral cerca de la vena safena menor. Los ramos terminales inervan la piel situada en la cara lateral del pie y la superficie dorsolateral del quinto dedo (fig. 6.121B).

Nervio safeno

El nervio safeno es un ramo cutáneo del nervio femoral que se origina en el muslo. Los ramos terminales entran al pie en la fascia superficial por la cara medial del tobillo e inervan la piel de la cara medial de la porción proximal del pie (fig. 6.121B).

Anatomía de superficie

Anatomía de superficie de la extremidad inferior

Las referencias tendinosas, musculares y óseas de la extremidad inferior se usan para localizar las arterias, venas y nervios principales (fig. 6.122).

Debido a que los vasos son grandes, pueden usarse como puntos de entrada al sistema vascular. Además, los vasos de la extremidad inferior son los más alejados del corazón y los

Fig. 6.122 Aspecto normal de las extremidades inferiores. **A.** Vista anterior de las extremidades inferiores. **B.** Vista posterolateral de las extremidades inferiores. **C.** Vista medial del pie izquierdo y de la porción distal de la pierna. **D.** Vista superior de la cara dorsal del pie izquierdo.

más inferiores del cuerpo. Por tanto, la naturaleza de los pulsos periféricos de la extremidad inferior puede aportar información relevante sobre el estado del sistema circulatorio en general.

En la extremidad inferior se exploran la sensibilidad y la acción muscular para evaluar las regiones lumbar y sacra de la médula espinal.

Evitación del nervio ciático

El nervio ciático inerva los músculos del compartimento posterior del muslo, los de la pierna y del pie, y una región considerable de piel. Entra en la extremidad inferior por la región glútea (fig. 6.123) y pasa en sentido inferior a medio camino entre dos referencias óseas destacadas palpables: el trocánter mayor y la tuberosidad isquiática. El trocánter mayor puede percibirse fácilmente como una protuberancia ósea dura de alrededor de una mano de anchura por debajo del punto medio de la cresta ilíaca. La tuberosidad isquiática es palpable justo por encima del pliegue glúteo.

La región glútea puede dividirse en cuadrantes mediante dos líneas colocadas usando referencias óseas palpables.

- Una línea desciende en sentido vertical desde el punto más alto de la cresta ilíaca.
- La otra pasa en sentido horizontal a través de la primera línea, a medio camino entre el punto más alto de la cresta ilíaca y el plano horizontal que atraviesa la tuberosidad isquiática.

El nervio ciático se curva a través de la esquina lateral superior del cuadrante medial inferior y desciende a lo largo del borde medial del cuadrante lateral inferior. Las inyecciones deben administrarse en la esquina anterior del cuadrante lateral superior para evitar lesionar el nervio ciático y los principales vasos de esta región (fig. 6.123B).

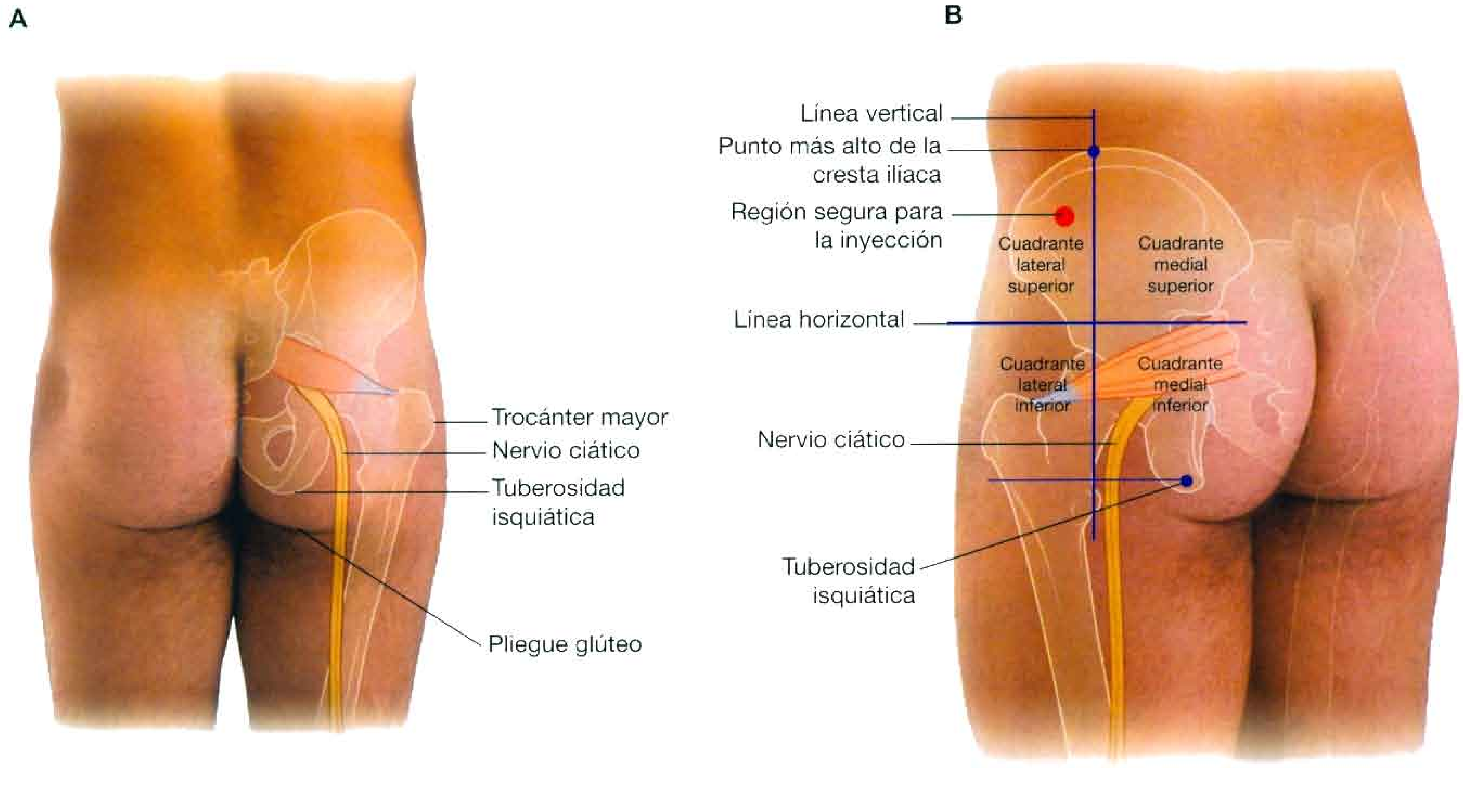


Fig. 6.123 Evitación del nervio ciático. **A.** Vista posterior de la región glútea de un varón con la indicación de la posición del nervio ciático. **B.** Vista posterolateral de la región glútea izquierda con los cuadrantes glúteos e indicación de la posición del nervio ciático.

Localización de la arteria femoral en el triángulo femoral

La arteria femoral pasa al triángulo femoral (fig. 6.124) de la extremidad inferior desde el abdomen.

El triángulo femoral es la depresión formada en la región anterior del muslo entre el borde medial del músculo aductor largo, el borde medial del músculo sartorio y el ligamento inguinal.

El tendón del músculo aductor largo puede palparse como una estructura cordal que se une al hueso inmediatamente inferior al tubérculo del pubis.

El músculo sartorio se origina en la espina ilíaca anterosuperior y cruza a nivel anterior por encima del muslo para insertarse en la cara medial de la tibia por debajo de la articulación de la rodilla.

El ligamento inguinal se inserta en la espina ilíaca anterosuperior a nivel lateral y en el tubérculo del pubis a nivel medial.

La arteria femoral desciende al muslo desde el abdomen pasando por debajo del ligamento inguinal y por dentro del triángulo femoral. En el triángulo femoral, su pulso se percibe fácilmente justo por debajo del ligamento inguinal a medio camino entre la sínfisis del pubis y la espina ilíaca anterosuperior. Medial a la arteria está la vena femoral, y medial a la vena el conducto femoral, que contiene vasos linfáticos y se dispone inmediatamente lateral al tubérculo del pubis. El nervio femoral es lateral a la arteria femoral.

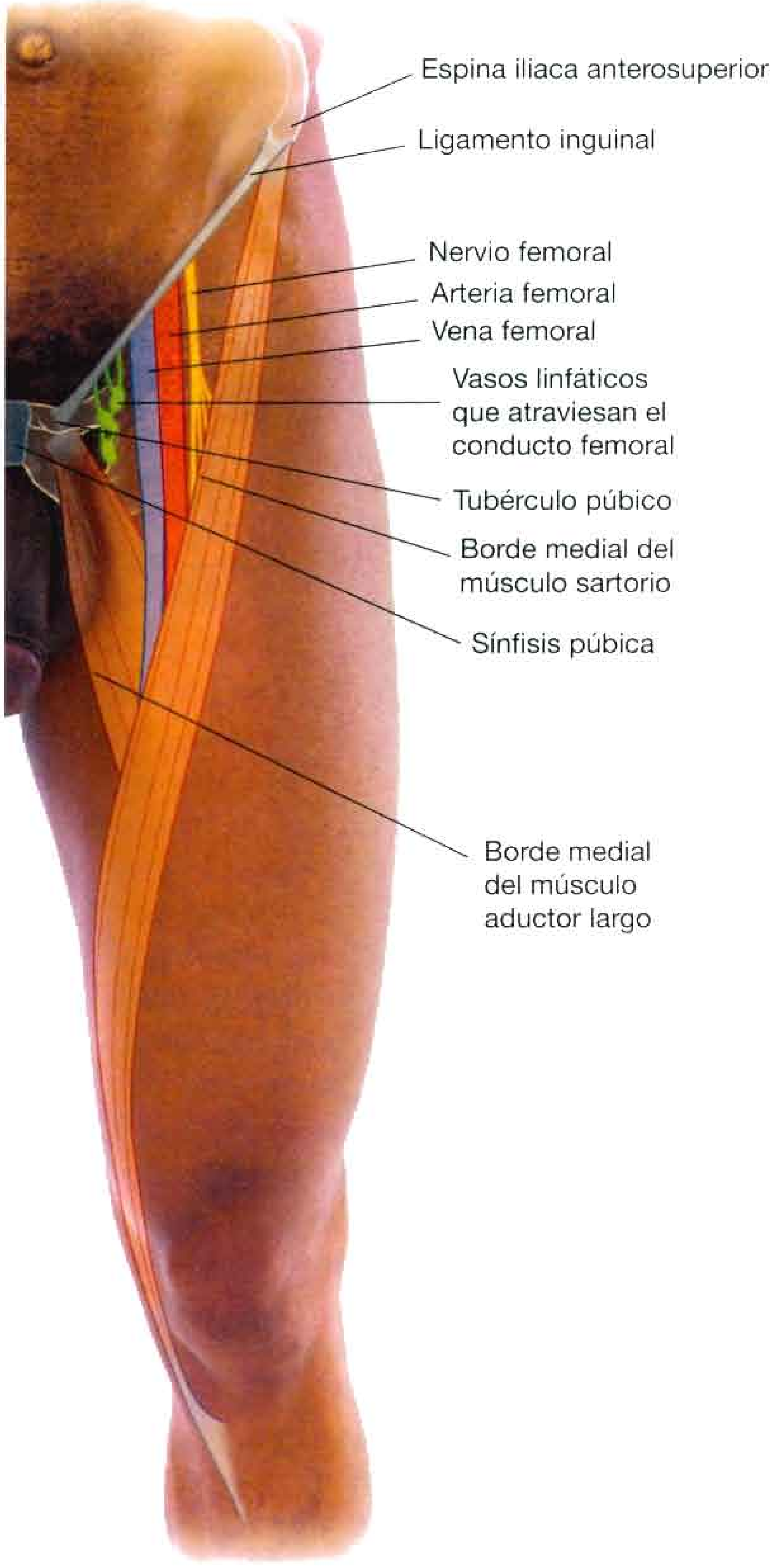


Fig. 6.124 Posición de la arteria femoral en el triángulo femoral. Cara anterior del muslo.

Identificación de las estructuras situadas alrededor de la rodilla

La rótula es una estructura prominente palpable en la rodilla. El tendón del cuádriceps femoral se inserta a nivel superior a ella y el ligamento rotuliano conecta la superficie inferior de la rótula a la tuberosidad tibial (fig. 6.125). El ligamento rotuliano y la tuberosidad tibial son fáciles de palpar. Un golpe suave sobre el tendón rotuliano explora la actividad refleja, principalmente de los niveles medulares L3 y L4.

La cabeza del peroné es palpable como una protuberancia en la superficie lateral de la rodilla justo por debajo del cóndilo lateral de la tibia. También puede localizarse siguiendo el tendón del bíceps femoral hacia abajo.

El nervio peroneo común pasa alrededor de la superficie lateral del cuello del peroné justo por debajo de su cabeza, y a menudo puede percibirse como una estructura cordal en esta posición.

Otra estructura que suele poder localizarse en la cara lateral de la rodilla es la cintilla iliotibial. Esta estructura tendinosa plana, que se inserta en el cóndilo tibial lateral, es más prominente cuando la rodilla está completamente extendida. En esta posición, el borde anterior de la cintilla eleva un pliegue vertical bien definido de piel por detrás del borde lateral de la rótula.

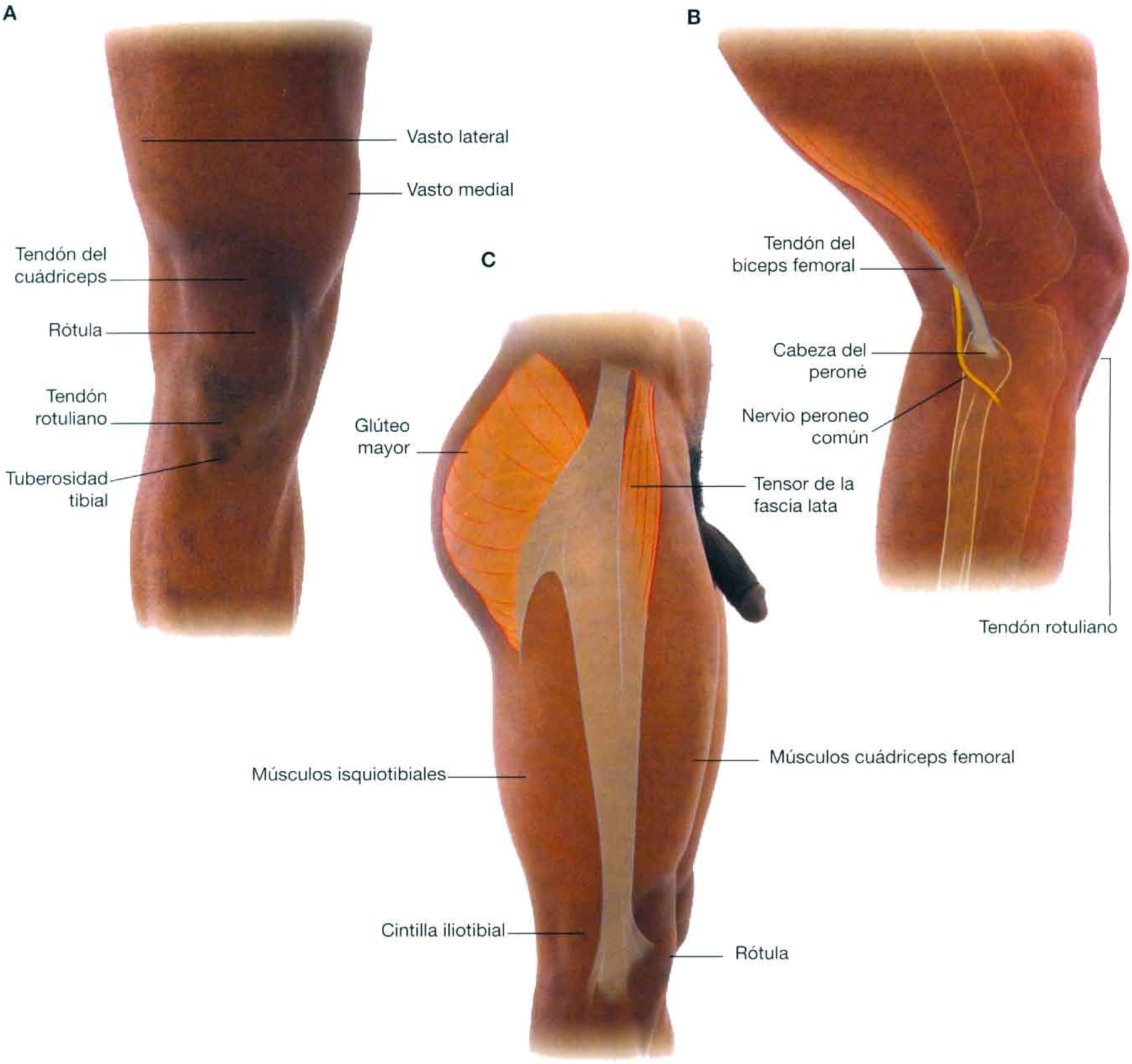


Fig. 6.125 Identificación de las estructuras situadas alrededor de la rodilla. **A.** Vista anterior de la rodilla derecha. **B.** Vista lateral de la rodilla derecha parcialmente flexionada. **C.** Vista lateral de la rodilla derecha extendida, el muslo y la región glútea.

Visualización del contenido de la fosa poplítea

La fosa poplítea es una depresión en forma de rombo formada entre los músculos isquiotibiales y el gastrocnemio por detrás de la rodilla. Los bordes inferiores del rombo son las cabezas medial y lateral del músculo gastrocnemio. Los bordes superiores los forman, a nivel lateral, el músculo bíceps femoral, y a nivel medial, los músculos semitendinoso y semimembranoso. Los tendones del músculo bíceps femoral y del semitendinoso son palpables y a menudo también visibles.

La cabeza del peroné es palpable en la cara lateral de la rodilla y puede usarse como referencia para identificar el tendón del bíceps femoral y el nervio peroneo común, que se curva en sentido lateral fuera de la fosa poplítea y cruza el cuello del peroné justo por debajo de su cabeza.

La fosa poplítea contiene la arteria poplítea, la vena poplítea, el nervio tibial y el nervio peroneo común (fig. 6.126). La arteria poplítea es la estructura más profunda de la fosa y desciende a través de la región desde el lado medial superior. Como consecuencia de su posición, es difícil encontrar su pulso, pero puede detectarse habitualmente palpando en profundidad justo medial a la línea media de la fosa.

La vena safena menor atraviesa la fascia profunda en la parte superior de la porción posterior de la pierna y se une a la vena poplítea.

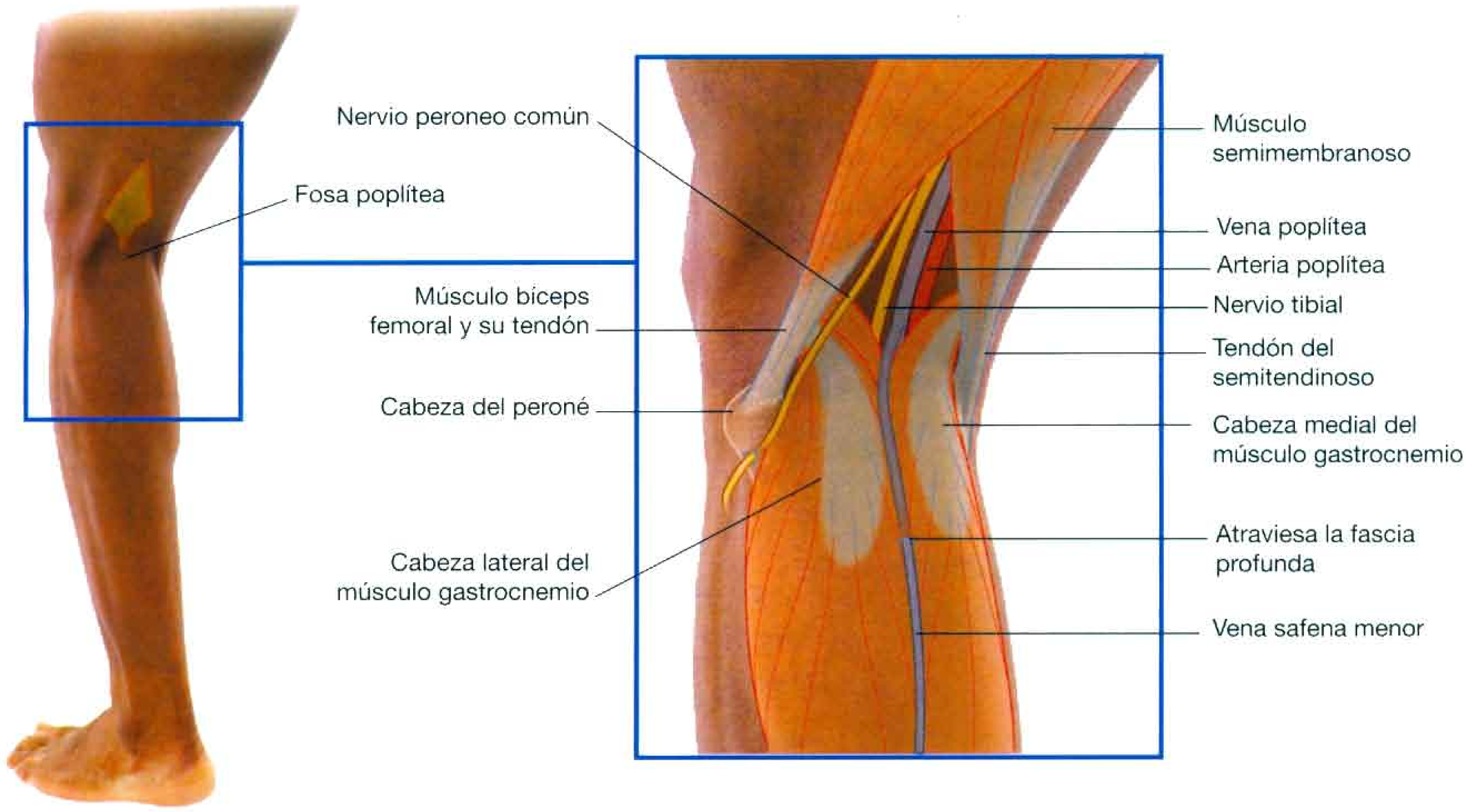


Fig. 6.126 Visualización del contenido de la fosa poplítea. Vista posterior de la rodilla izquierda.

Búsqueda del túnel del tarso: la entrada al pie

El túnel del tarso (fig. 6.127) se forma en la cara medial del pie en el surco existente entre el maléolo medial y el talón (tuberosidad del calcáneo) y por el retináculo flexor situado por encima.

La arteria tibial posterior y el nervio tibial entran en el pie a través del túnel del tarso. Los tendones del tibial posterior, del flexor largo de los dedos y del flexor largo del dedo gordo

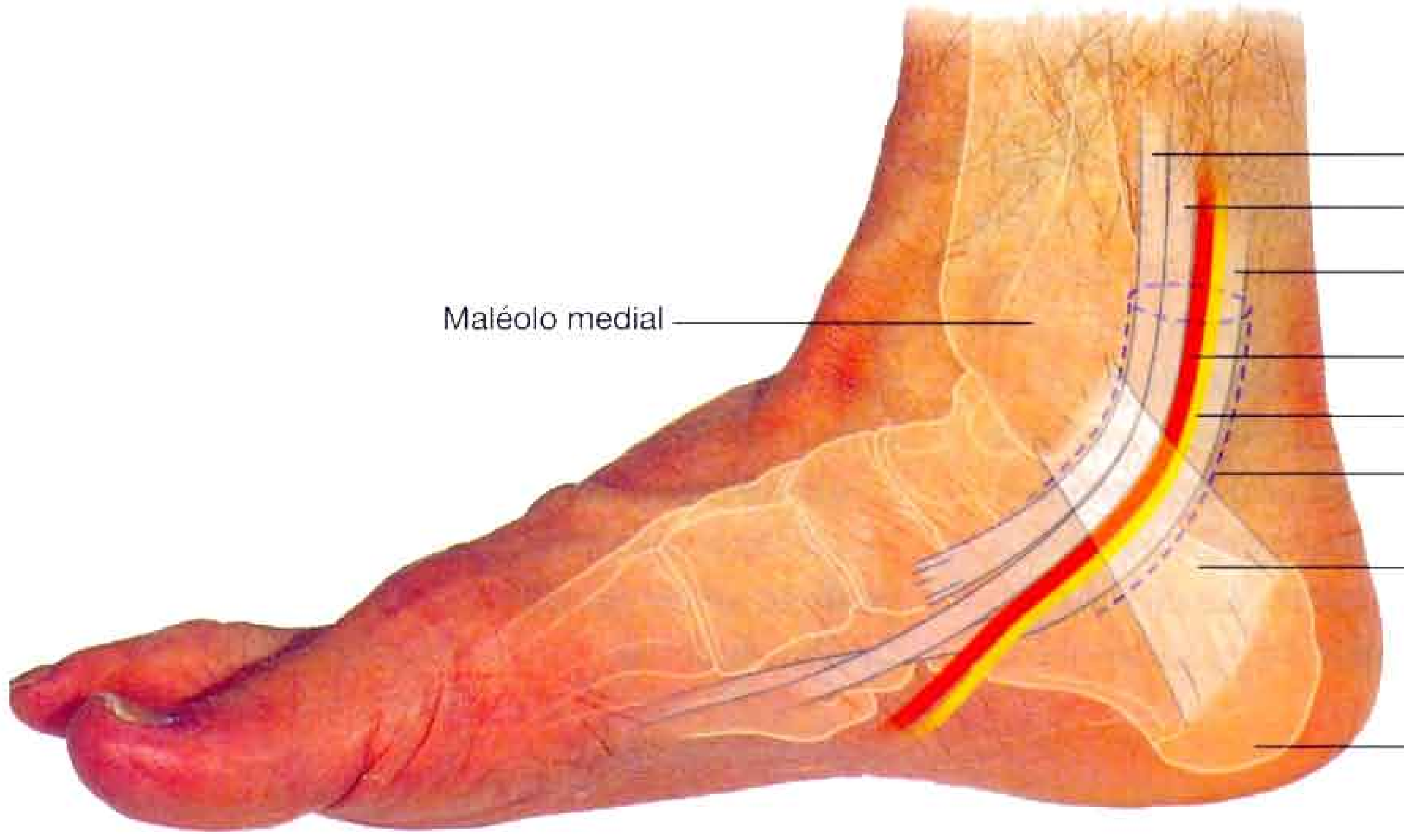


Fig. 6.127 Localización del túnel del tarso: la puerta de entrada al pie.

también atraviesan el túnel del tarso en compartimentos formados por tabiques del retináculo flexor.

El orden de las estructuras que pasan a través del túnel del tarso de anteromedial a posterolateral es el siguiente: tendón del tibial posterior, tendón del flexor largo de los dedos, arteria tibial posterior y venas asociadas, nervio tibial y tendón del flexor largo del dedo gordo.

La arteria tibial es palpable justo posteroinferior al maléolo medial en la superficie anterior del surco visible que existe entre el talón y el maléolo medial.

Identificación de los tendones situados alrededor del tobillo y del pie

Se pueden identificar numerosos tendones alrededor del tobillo y del pie (fig. 6.128), que pueden utilizarse como referencias útiles para localizar vasos o estudiar reflejos medulares.

El tendón del tibial anterior es visible en la cara medial del tobillo anterior al maléolo medial.

El tendón del calcáneo constituye el tendón más grande que entra en el pie y es prominente en la cara posterior del pie en su descenso desde la pierna al talón. Un pequeño golpe sobre este tendón con un martillo de reflejos evaluará la actividad refleja de los niveles medulares S1 y S2.

Cuando se evierte el pie, los tendones del peroneo largo y del peroneo corto elevan un pliegue cutáneo lineal que desciende desde la porción inferior de la pierna hasta el borde posterior del maléolo lateral.

El tendón del peroneo corto suele ser evidente en la superficie lateral del pie, descendiendo en sentido oblicuo hasta la base del quinto metatarsiano. Los tendones del tercer peroneo, del extensor largo de los dedos y del extensor largo del dedo gordo son visibles en la cara dorsal del pie de lateral a medial.

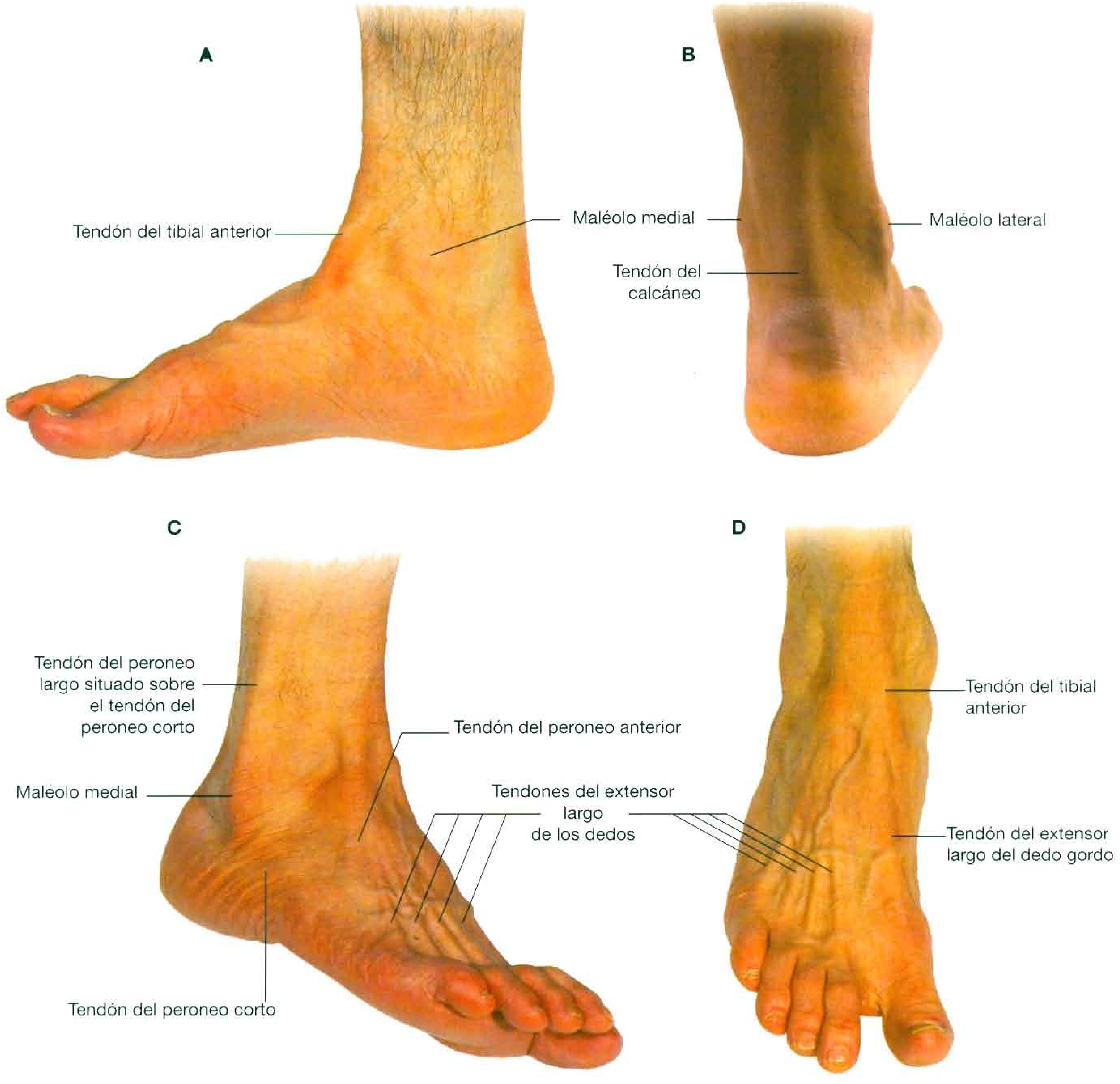


Fig. 6.128 Identificación de los tendones situados alrededor del tobillo y del pie. **A.** Cara medial del pie izquierdo. **B.** Cara posterior del pie derecho. **C.** Cara lateral del pie izquierdo. **D.** Cara dorsal del pie izquierdo.

Localización de la arteria dorsal del pie

La naturaleza del pulso dorsal del pie (fig. 6.129) es relevante para evaluar la circulación periférica, porque la arteria dorsal del pie es el vaso palpable más alejado del corazón. Además, es la arteria palpable más inferior del cuerpo cuando una persona está en bipedestación.

La arteria dorsal del pie pasa sobre la cara dorsal del mismo y anterior respecto de los huesos del tarso, donde se dispone entre el tendón del extensor largo del dedo gordo y el tendón del extensor largo de los dedos para el segundo dedo, paralela a ellos. Es palpable en esta posición. La rama terminal de la arteria dorsal del pie pasa a la superficie plantar del mismo entre las dos cabezas del primer músculo interóseo dorsal.

Aproximación a la posición del arco arterial plantar

La irrigación del pie proviene de ramas de las arterias tibial posterior y dorsal del pie.

La arteria tibial posterior entra en la superficie plantar del pie a través del túnel del tarso y se divide en las arterias plantares lateral y medial.

La arteria plantar lateral se curva en sentido lateral a través de la mitad posterior de la planta y luego lo hace en sentido medial como arco plantar (fig. 6.130) a través de la porción anterior de la planta. Entre las bases del primero y segundo metatarsianos, el arco plantar se une a la rama terminal (arteria plantar profunda) de la arteria dorsal del pie. La mayor parte del riego sanguíneo procede del arco plantar.

La arteria plantar medial pasa a nivel anterior a través de la planta, conecta con ramas del arco plantar e irriga la cara medial del dedo gordo.

Fig. 6.129 Localización de la arteria dorsal del pie.

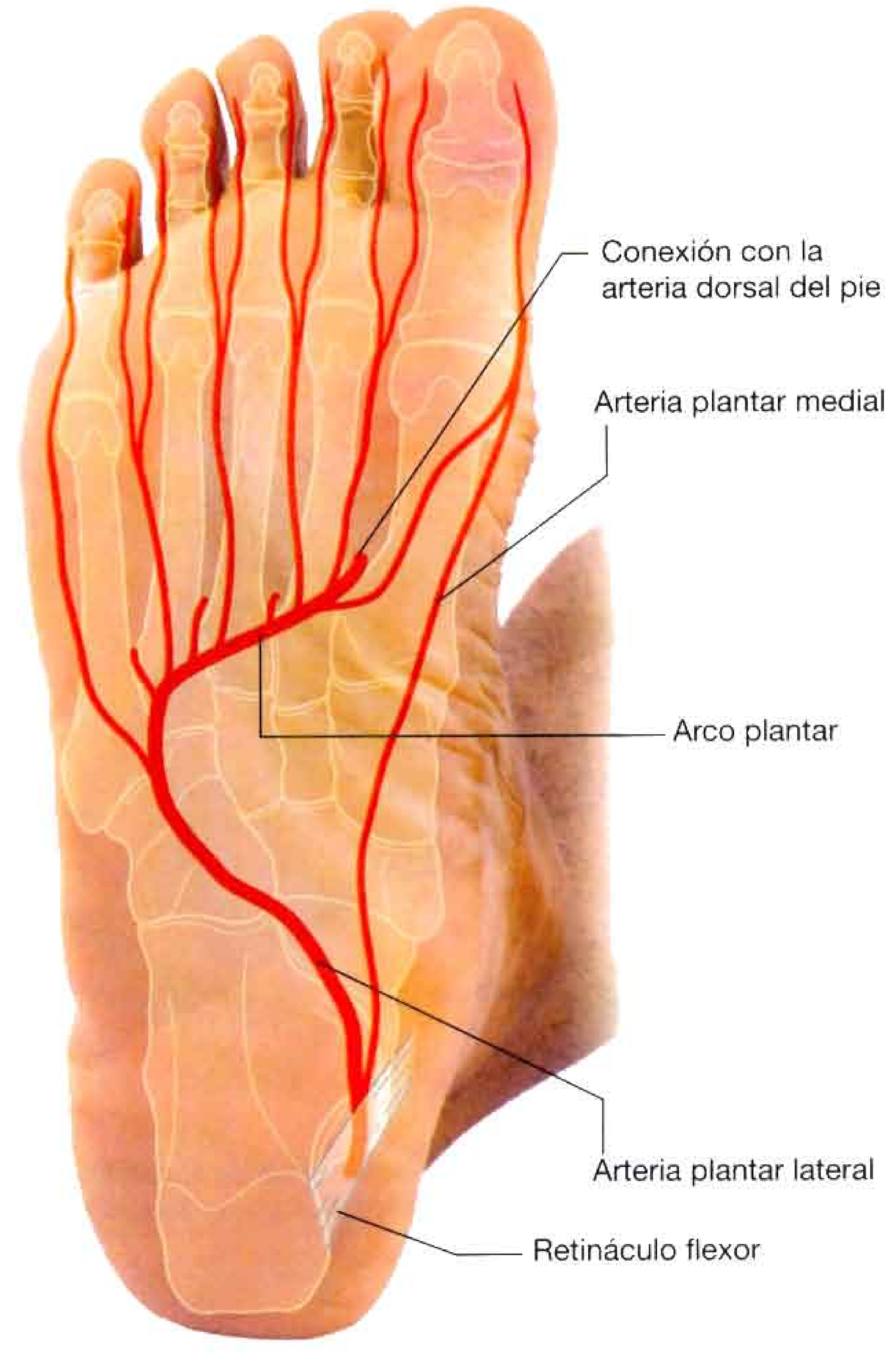


Fig. 6.130 Posición del arco plantar.

Principales venas superficiales

Las venas superficiales de la extremidad inferior suelen aumentar de tamaño. Además, debido a su gran longitud, pueden extirparse y utilizarse en otros lugares del cuerpo como injertos vasculares.

Las venas superficiales (fig. 6.131) de la extremidad inferior comienzan como arco venoso dorsal del pie. La cara medial del arco se curva en sentido superior, anterior al maléolo medial, y sube por la pierna y el muslo como vena safena mayor. Esta vena pasa a través de una abertura situada en la fascia lata (anillo safeno) para unirse con la vena femoral en el triángulo femoral.

La cara lateral del arco venoso dorsal del pie pasa por detrás del maléolo lateral y sube por la superficie posterior de la pierna como vena safena menor. Este vaso atraviesa la fascia profunda en el tercio superior de la pierna y conecta con la vena poplítea en la fosa poplítea, situada por detrás de la rodilla.

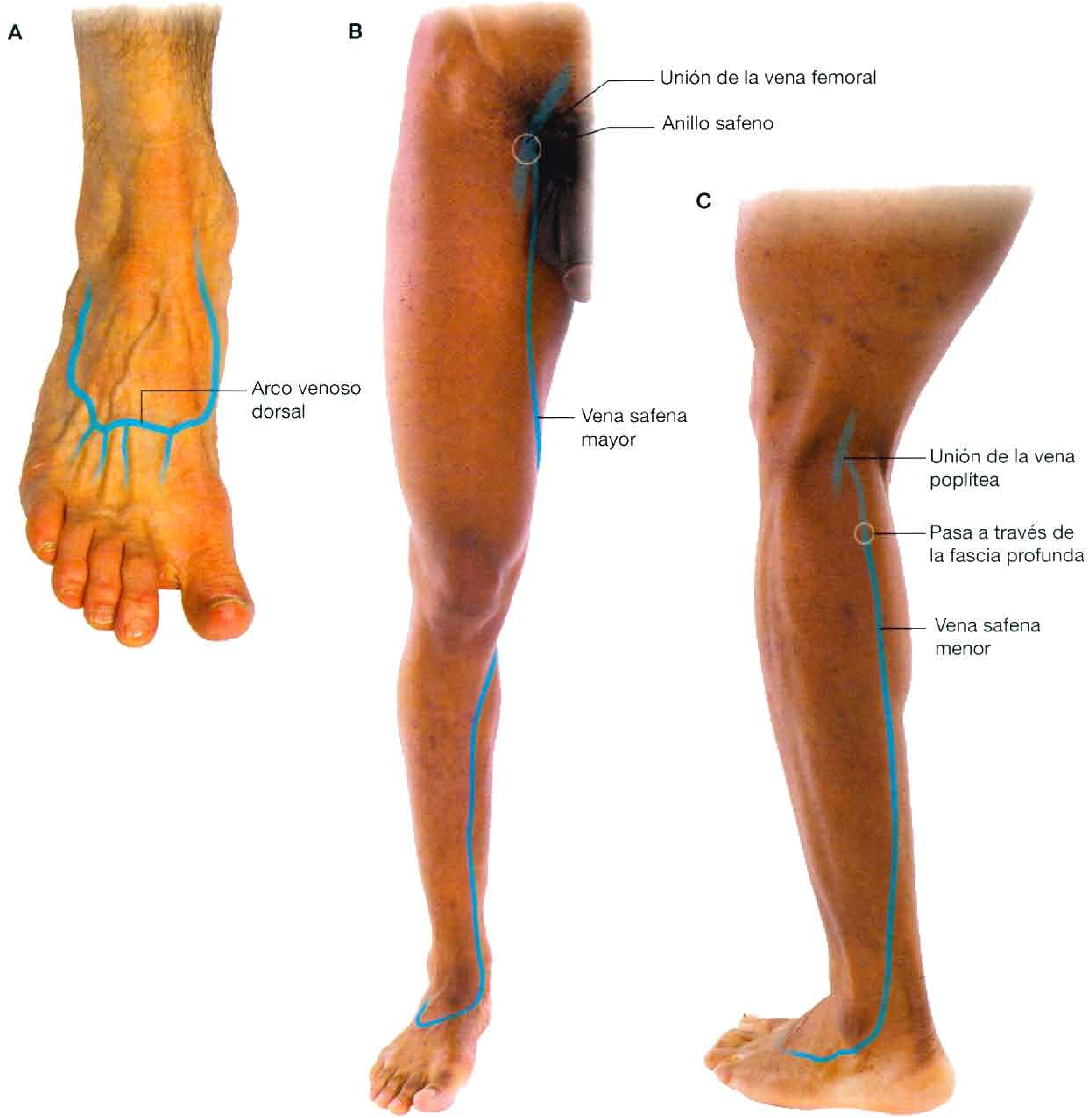


Fig. 6.131 Venas superficiales principales. **A.** Cara dorsal del pie izquierdo. **B.** Visión anterior de la extremidad inferior derecha. **C.** Cara posterior del muslo, pierna y pie izquierdos.

Pulsos

En la extremidad inferior los pulsos periféricos pueden palparse en cuatro localizaciones (fig. 6.132).

- El pulso femoral en el triángulo femoral: arteria femoral inferior al ligamento inguinal y a medio camino entre la espina ilíaca anterosuperior y la sínfisis del pubis.
- El pulso poplíteo en la fosa poplítea: arteria poplítea en la profundidad de la fosa, medial a la línea media.
- El pulso tibial posterior en el «túnel del tarso»: arteria tibial posterior posteroinferior al maléolo medial en el surco existente entre el maléolo medial y el talón (tuberosidad del calcáneo).
- El pulso dorsal del pie en la cara dorsal del mismo: arteria dorsal del pie en su paso a nivel distal sobre los huesos del tarso entre el tendón del extensor largo del dedo gordo y el tendón del extensor largo de los dedos que va al segundo dedo.

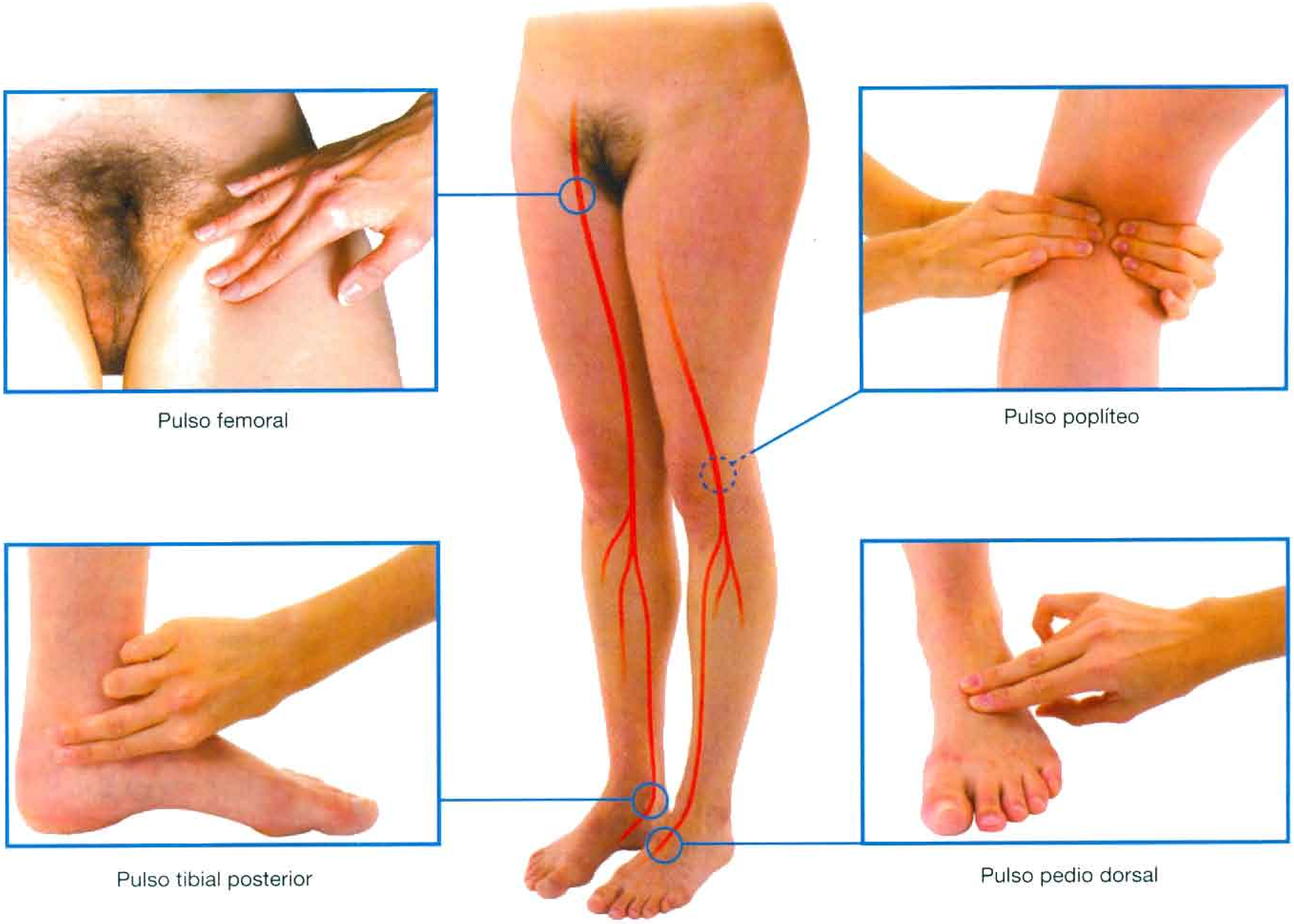


Fig. 6.132 Dónde palpar los pulsos arteriales periféricos en la extremidad inferior.

Casos clínicos

Caso 1

Varices

Una mujer joven acudió a un cirujano vascular con una serie de grandes venas dilatadas y tortuosas en la pierna derecha. El resto de la pierna no presentaba datos destacables.

Se hizo un diagnóstico de varices y el cirujano quiso determinar la localización de la incompetencia vascular.

Hay puntos típicos donde se produce la incompetencia valvular entre las venas superficiales y profundas. En estas regiones las varices tienden a acentuarse. Las zonas típicas son:

- *En la variz safena: la unión safenofemoral, donde la vena femoral se une a la vena safena mayor.*
- *En la vena perforante de la mitad del muslo, entre la vena safena mayor y la vena femoral.*
- *En la pantorrilla, en los tres lugares donde hay perforantes: 5, 10 y 15 cm por encima del maléolo medial entre la vena safena mayor y las venas profundas de la pantorrilla.*
- *En la unión entre la vena safena menor y la vena poplítea.*

El cirujano pidió a la paciente que se tumbara en decúbito supino sobre la camilla y que levantara la pierna. Colocó un torniquete alrededor de la porción superior del muslo por debajo de la unión safenofemoral y pidió a la paciente que se levantara. No se vio ninguna vena que se rellenara en la cara medial del muslo ni en la extremidad inferior.

El efecto del torniquete es comprimir la vena safena mayor mientras permite que la sangre fluya por el sistema venoso profundo de la vena femoral y la vena femoral profunda.

Como no se rellenaban las varices mediales por debajo del nivel del torniquete, el cirujano supuso que la válvula de la unión safenofemoral era incompetente y que la paciente precisaba un tratamiento quirúrgico.

Sin embargo, durante la maniobra del torniquete el cirujano también observó algunas venas alrededor de la cara posterior y posterolateral de la pantorrilla.

Se realizó una técnica similar aplicando un torniquete justo por debajo del nivel de la articulación de la rodilla mientras se elevaba la pierna. La paciente se puso de pie y ninguna vena se rellenó en la cara posterior ni posterolateral de la pantorrilla. Estas observaciones indicaban al cirujano que también la válvula del sistema de la safena menor era incompetente en su anastomosis con la vena poplítea.

Se planificó la cirugía.

Se hizo una pequeña incisión transversa por debajo del nivel del ligamento inguinal por donde la vena safena mayor pasa a través del anillo safeno en la fascia profunda. Esto puede palparse fácilmente como un pequeño defecto circular en la fascia. Se identificó la unión safenofemoral y se ligó la vena safena mayor en su anastomosis con la vena femoral. La vena safena mayor se denudó y extirpó mediante una técnica quirúrgica especial.

Se colocó a la paciente en decúbito prono durante la segunda parte de la intervención.

Se hizo una pequeña incisión transversa a nivel del pliegue cutáneo de la fosa poplítea, pero el cirujano tuvo dificultades para identificar la unión entre la vena safena menor y la poplítea. Tras un tiempo considerable, el cirujano localizó lo que pensaba que era la vena safena menor, la ligó y cerró la herida.

Caso 1 *(cont.)*

Al día siguiente se envió a la paciente a su casa, pero volvió a la clínica a las 2 semanas quejándose de problemas al caminar. En la exploración se observó una falta de flexión dorsal, un trastorno sensitivo sobre la cara externa de la pierna y del pie, y una atrofia evidente de los músculos peroneos. Cuando la paciente caminaba, arrastraba el pie entre los pasos. Se hizo el diagnóstico clínico de pie caído y de lesión del nervio peroneo común. La lesión se produjo en el momento de la cirugía.

Dentro de la fosa poplítea se encuentran la arteria poplítea, la vena poplítea y el nervio ciático (con sus ramos). La arteria poplítea es la estructura más profunda. La vena poplítea es superficial a la arteria, y el nervio ciático es superficial a la vena (fig. 6.133). Y, lo que es más relevante, el nervio ciático se divide en el vértice de la fosa poplítea. El nervio tibial continúa dentro de la porción inferior de la fosa poplítea. El nervio peroneo común pasa a nivel lateral junto al músculo bíceps femoral, se vuelve superficial y rodea al cuello del peroné.

Se concluyó que el cirujano había ligado accidentalmente el nervio peroneo común en lugar de la vena safena menor, lo que produjo los síntomas de la paciente.

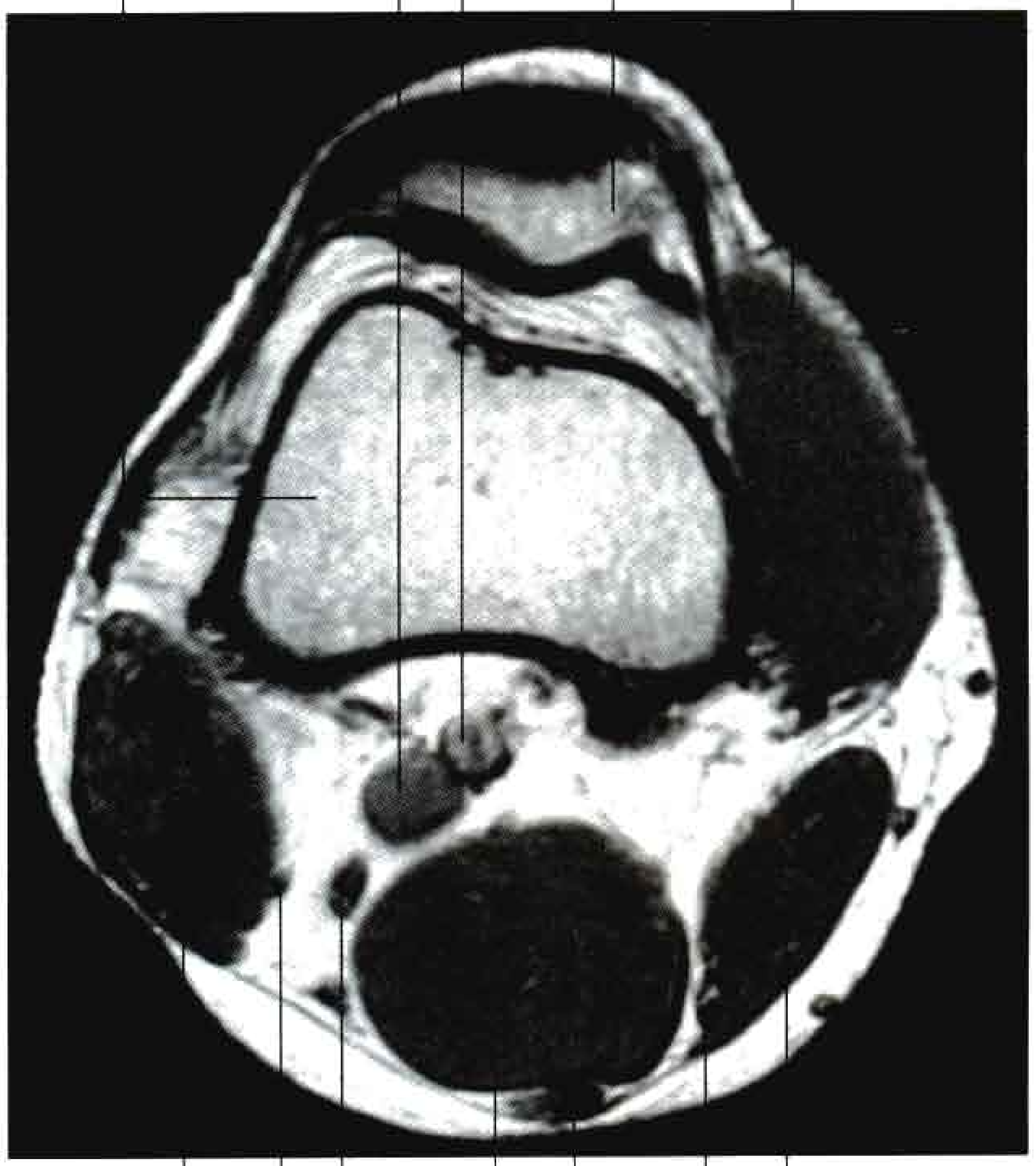


Fig. 6.133 Fosa poplítea que muestra la posición de la arteria y vena poplíteas, y del nervio ciático. Resonancia magnética potenciada en T1 en el plano axial.

Caso 2

Lesión en la articulación de la rodilla

Un varón joven disfrutaba de un largo fin de semana esquiando en una estación europea. Mientras competía con un amigo se pisó el borde interno de su esquí derecho. Perdió el equilibrio y se cayó. Al caerse escuchó un «clic». Tras recuperarse de la «caída» presentaba un dolor intenso en la rodilla derecha. Fue incapaz de mantenerse sobre los esquís ese día, y en lo que tardó en llegar a su chalé la rodilla se le hinchó de forma significativa. Acudió de inmediato a ver a un traumatólogo.

El traumatólogo revisó con atención el mecanismo de la lesión.

El joven estaba esquiando cuesta abajo con los dos esquís en paralelo. Los tobillos estaban rígidos en las botas y las rodillas ligeramente flexionadas. Una pérdida momentánea de la concentración llevó al esquiador a pisarse el borde interno de su esquí derecho. El efecto fue forzar la bota y la pantorrilla en rotación externa. Además, la rodilla se forzó a una posición en valgo (arqueada en sentido lateral, alejándose de la línea media) y el esquiador cayó al suelo. Los dos esquís se desprendieron de las botas al liberarse las sujeciones.

Varias estructuras de la articulación de la rodilla se dañaron de manera secuencial.

A medida que la rodilla entraba en rotación externa y valgo, el ligamento cruzado anterior se tensó, actuando como fulcro. El ligamento colateral tibial se forzó y se comprimió el compartimento lateral de la rodilla. Al aumentar la fuerza se rompió el ligamento colateral tibial (figs. 6.134A y 6.134B) y lo mismo le ocurrió al menisco medial (fig. 6.134C). Finalmente, el ligamento cruzado anterior, que estaba tenso, cedió (figs. 6.135A y 6.135B).

La articulación se hinchó algunas horas después.

La rotura del ligamento cruzado anterior produce una tumefacción articular acentuada característica. El ligamento es extrasinovial e intracapsular y tiene una profusa irrigación. A medida que el ligamento se desgarraba se herniaba en la articulación. La sangre de la rotura irrita la membrana sinovial y también penetra en la articulación. Estos factores producen una tumefacción gradual de la

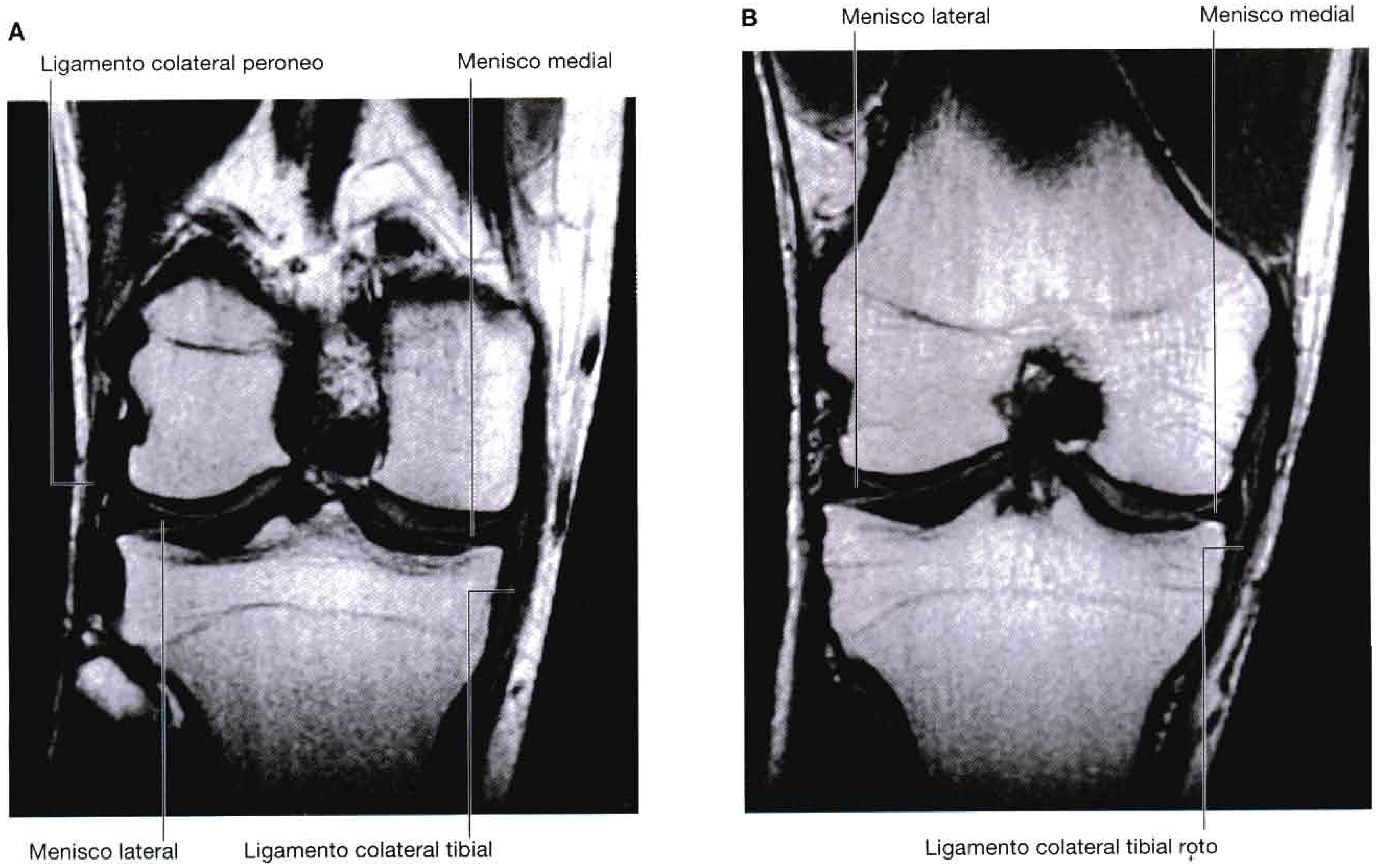
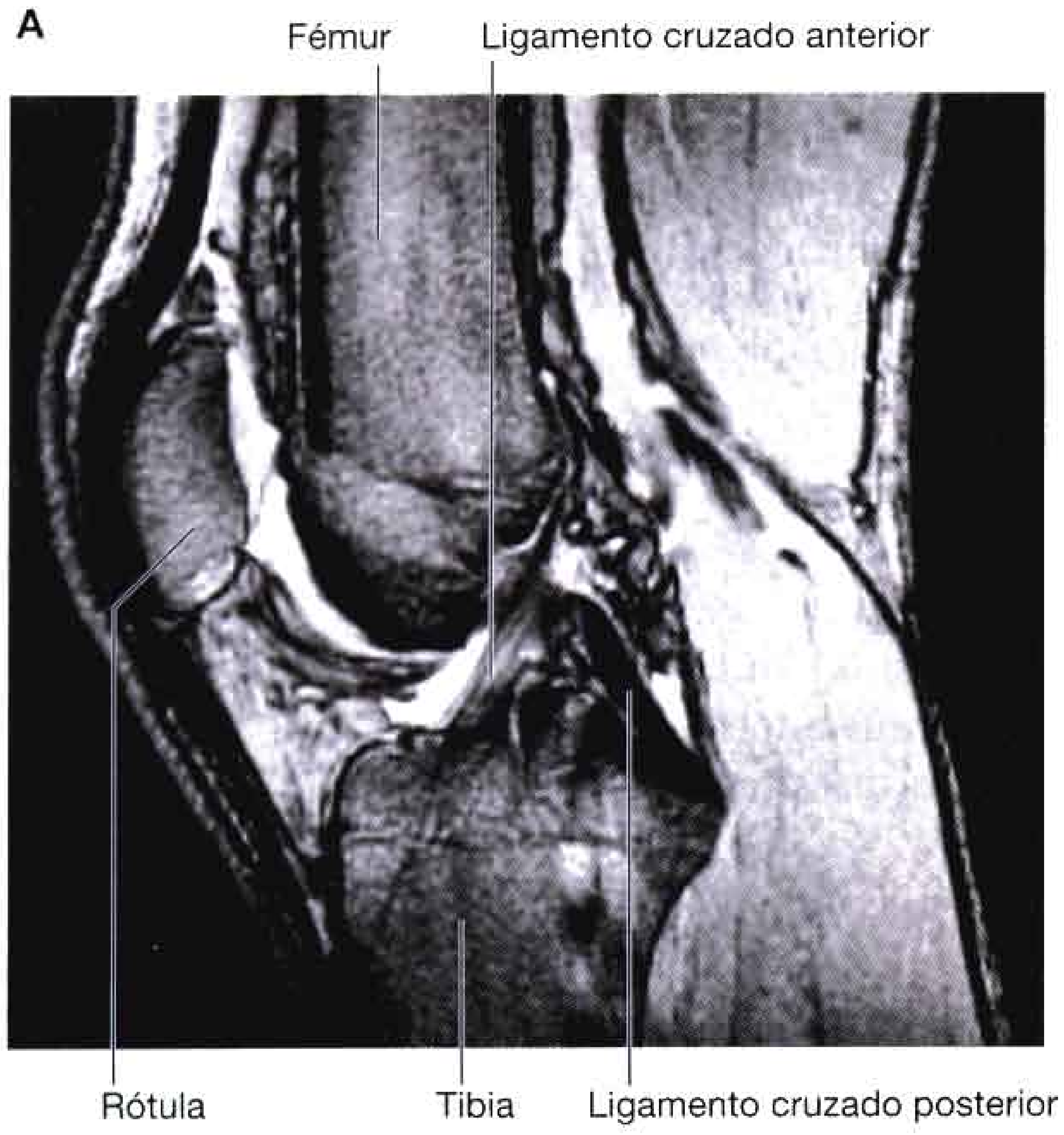
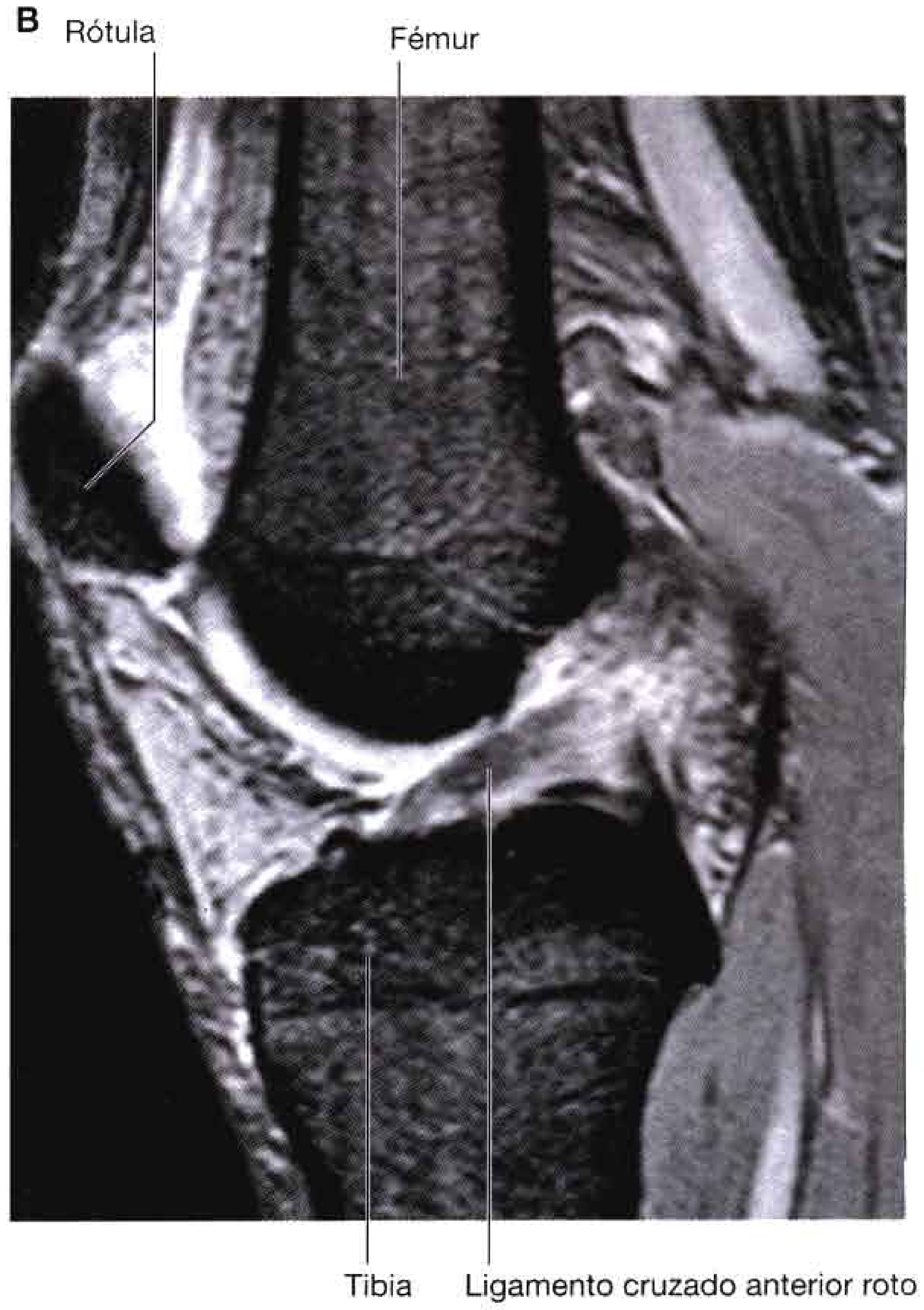
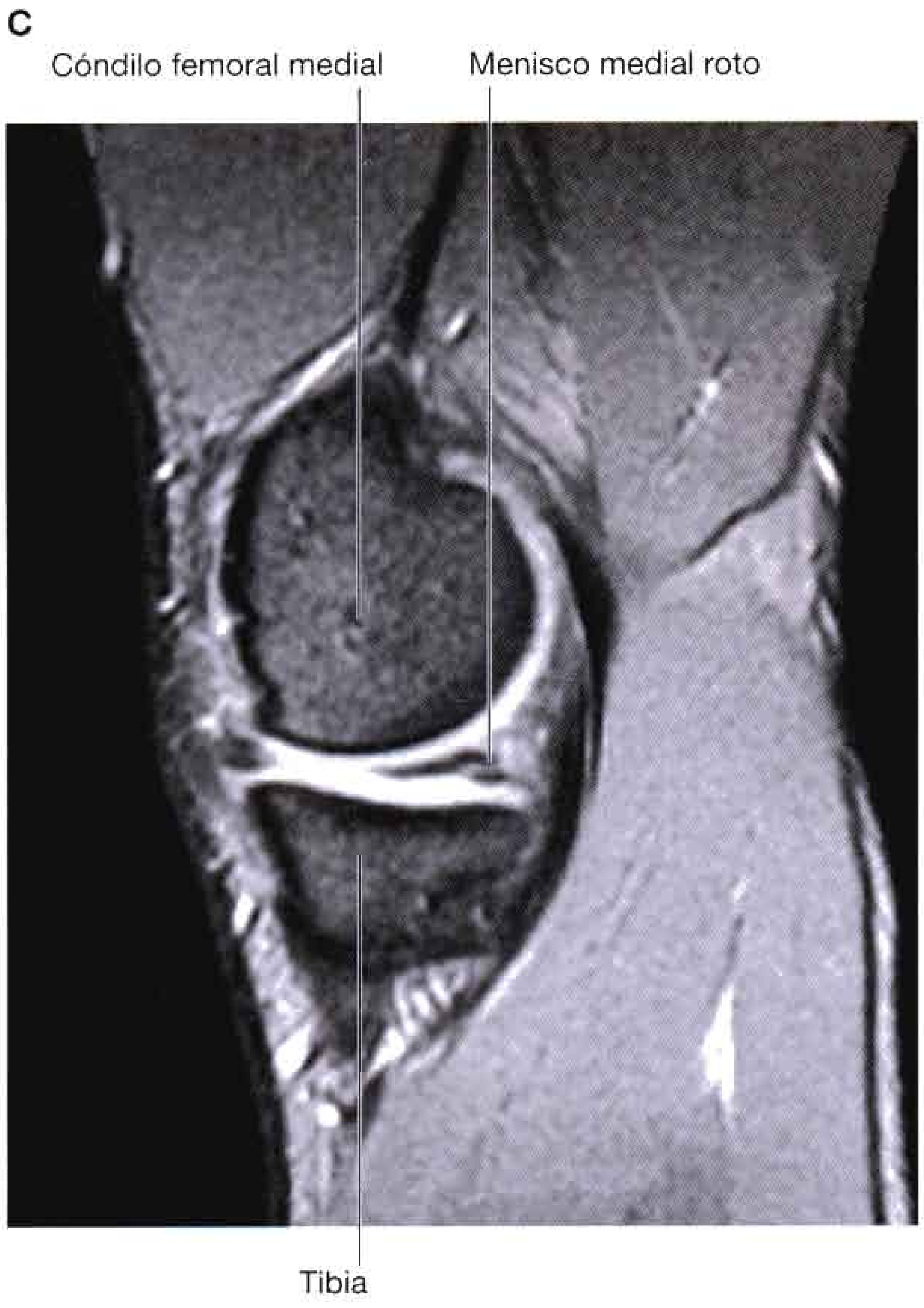


Fig. 6.134 A. Articulación normal de la rodilla que muestra los ligamentos colaterales tibial y peroneo y los meniscos medial y lateral. Resonancia magnética potenciada en T1 en el plano coronal. **B.** Articulación de la rodilla que muestra un ligamento colateral tibial roto. Resonancia magnética potenciada en T1 en el plano coronal.

Caso 2 *(cont.)*







articulación a lo largo de las horas siguientes, con una acumulación significativa de líquido en la cavidad articular.

Al paciente se le hizo una reconstrucción quirúrgica del ligamento cruzado anterior.

Es difícil encontrar una sustancia fabricada por el ser humano que se comporte de la misma forma que el ligamento cruzado anterior y muestre las mismas propiedades físicas. Los cirujanos han ideado formas ingeniosas de reconstruir este ligamento. Dos de los métodos más frecuentes usan el tendón rotuliano y los isquiotibiales para reconstruirlo.

El paciente se sometió a más procedimientos quirúrgicos.

Se exploró el ligamento colateral tibial y se volvió a suturar. Mediante técnicas artroscópicas se desbridó la rotura del menisco medial para evitar complicaciones posteriores.

Fig. 6.135 **A.** Articulación de la rodilla que muestra los ligamentos cruzados anterior y posterior intactos. RM potenciada en T2 en el plano sagital. **B.** Articulación de la rodilla donde puede verse un ligamento cruzado anterior roto. RM potenciada en T2 en el plano sagital. **C.** Articulación de la rodilla donde se observa un menisco medial roto. RM potenciada en T2 en el plano sagital.

Caso 3

Fractura del cuello del fémur
Una mujer de 72 años ingresó en la sala de urgencias tras caerse en su casa. Se quejaba de un dolor intenso en la cadera derecha y se le apreciaba un hematoma en el lado derecho de la cara.

En el ingreso se observó que la pierna derecha de la paciente era más corta que la izquierda y que estaba rotada en sentido lateral.

Se realizaron varias exploraciones iniciales, incluida una radiografía simple de la pelvis.

Esta radiografía mostraba una fractura desplazada a través de la región mediocervical del cuello del fémur.

El acortamiento aparente y la rotación externa de la pierna en la exploración clínica se atribuyeron al espasmo de los músculos que unen la pelvis a los trocánteres y a la porción proximal del fémur. Entre los músculos que rodean la articulación de la cadera, el grupo más grande es el aductor (aductor largo, corto y mayor) y el psoas mayor. Este último se inserta en el trocánter menor y su acción es rotar en sentido lateral y aducir la cadera. El punto de apoyo de la acción del psoas mayor es el cuello femoral en el acetábulo. Pero cuando el cuello femoral se desprende, su acción dominante tira del fémur en sentido proximal y en rotación lateral. La rotación lateral se exacerba por el espasmo de los músculos aductores.

Fueron necesarias muchas pruebas médicas antes de la cirugía. Se debe recordar que los ancianos pueden tener numerosas enfermedades coexistentes.

A la paciente se le hizo una hemiartroplastia.

La hemiartroplastia es un procedimiento quirúrgico en el que se extrae la cabeza del fémur del acetábulo. El cuello femoral se recorta cerca de los trocánteres y se fresa la cavidad medular de la diáfisis femoral. Se introduce una prótesis metálica de cadera en la cavidad medular del fémur y se coloca la cabeza de la prótesis en el acetábulo, en donde se articula. En los casos sencillos no se sustituye el acetábulo, lo que es relevante, aunque podría colocarse una prótesis acetabular si fuera adecuado.

Una artroplastia era la única intervención que podía realizarse.

La irrigación de la cabeza femoral procede de tres fuentes: la arteria existente dentro del ligamento de la cabeza del fémur, los vasos de la cavidad medular y los vasos profundos a la membrana sinovial, que discurren en los retináculos de la cápsula fibrosa de la articulación de la cadera. Con el envejecimiento, la médula roja normal de la cavidad medular es sustituida por grasa, lo que atenúa la irrigación medular. La arteria del interior de la cabeza del fémur también se atenúa, lo que a menudo se acompaña de aterosclerosis.

Por desgracia para esta paciente, el único aporte sanguíneo de la cabeza del fémur provenía de los vasos de las fibras de los retináculos, que resultaron cortados en el momento de la fractura. Si la paciente no hubiera sufrido una fractura intertrocantérica, los vasos de los retináculos no se habrían dañado y podría haberse empleado otro método quirúrgico, sin necesidad de hacer una hemiartroplastia.

La paciente tiene osteoporosis.

La osteoporosis es un trastorno habitual que afecta a los ancianos, y que es significativamente más frecuente en las mujeres posmenopáusicas. Muchas fracturas del cuello femoral en los ancianos se deben a que la resistencia del hueso se reduce significativamente cuando está osteoporótico. Otras localizaciones frecuentes de las fracturas osteoporóticas son la porción distal del radio y las vértebras toracolumbares.

Caso 4

Trombosis venosa profunda

Una mujer de 28 años acudió a su médico de familia para una revisión habitual de su embarazo a las 36 semanas de edad gestacional. Ni la paciente ni el médico tenían preocupaciones sobre el embarazo. Sin embargo, la paciente refería una tumefacción unilateral en la pierna izquierda que había aumentado gradualmente en los 2 días previos. Además, la tarde previa a la visita presentó un dolor torácico agudo que aumentaba con la respiración profunda.

El médico de familia ordenó una ecografía dúplex del sistema venoso de la pierna izquierda.

La ecografía del árbol vascular puede demostrar el flujo y la oclusión de las arterias y las venas.

La sonda se colocó sobre la vena femoral izquierda y no se observó flujo alguno. Además, la vena no podía comprimirse ni pudieron demostrarse alteraciones del flujo con la respiración. Se observó algo de flujo en la vena femoral profunda y en la vena safena mayor. No se demostró flujo a lo largo de la vena femoral, la vena poplítea ni las venas tibiales.

El técnico exploró el otro lado, donde se demostró un flujo excelente dentro del sistema venoso femoral derecho. Además, cuando se masajeó suavemente la pantorrilla se observó un aumento del flujo. Fue posible demostrar una alteración del flujo con los movimientos respiratorios y la compresión venosa fue satisfactoria. Se hizo un diagnóstico de trombosis venosa profunda extensa en el lado izquierdo.

Ciertos pacientes son más propensos a la trombosis venosa profunda. Tres factores principales predisponen a un paciente a la trombosis:

- *Una reducción o estancamiento del flujo sanguíneo en las venas: pueden producirse una estasis sanguínea significativa (p. ej., por falta de movimiento), un menor efecto de bomba muscular de la pantorrilla y una obstrucción al flujo.*
- *Lesión de la pared venosa: el traumatismo venoso puede dañar las paredes vasculares y favorecer así la formación del trombo.*
- *Hipercoagulabilidad sanguínea: los estados de hipercoagulabilidad suelen asociarse a concentraciones anómalas de ciertos factores de coagulación, como la antitrombina III, la proteína C y la proteína S.*

En esta paciente, la compresión de las venas ilíacas externas izquierdas por el útero grávido fue la probable causa de estasis, que produjo la trombosis venosa profunda.

El dolor torácico se debió a una embolia pulmonar.

Se desprendieron pequeños émbolos del borde principal del trombo que atravesaron el corazón para alojarse en los pulmones. Los émbolos pequeños producen un dolor torácico pleurítico típico que aumenta con la respiración. Estos pequeños émbolos pulmonares aislados pueden afectar a la función respiratoria, pero también pueden ser precursores de un gran émbolo pulmonar, potencialmente mortal (fig. 6.136).

Se instituyó anticoagulación y la paciente tuvo un parto sin complicaciones.

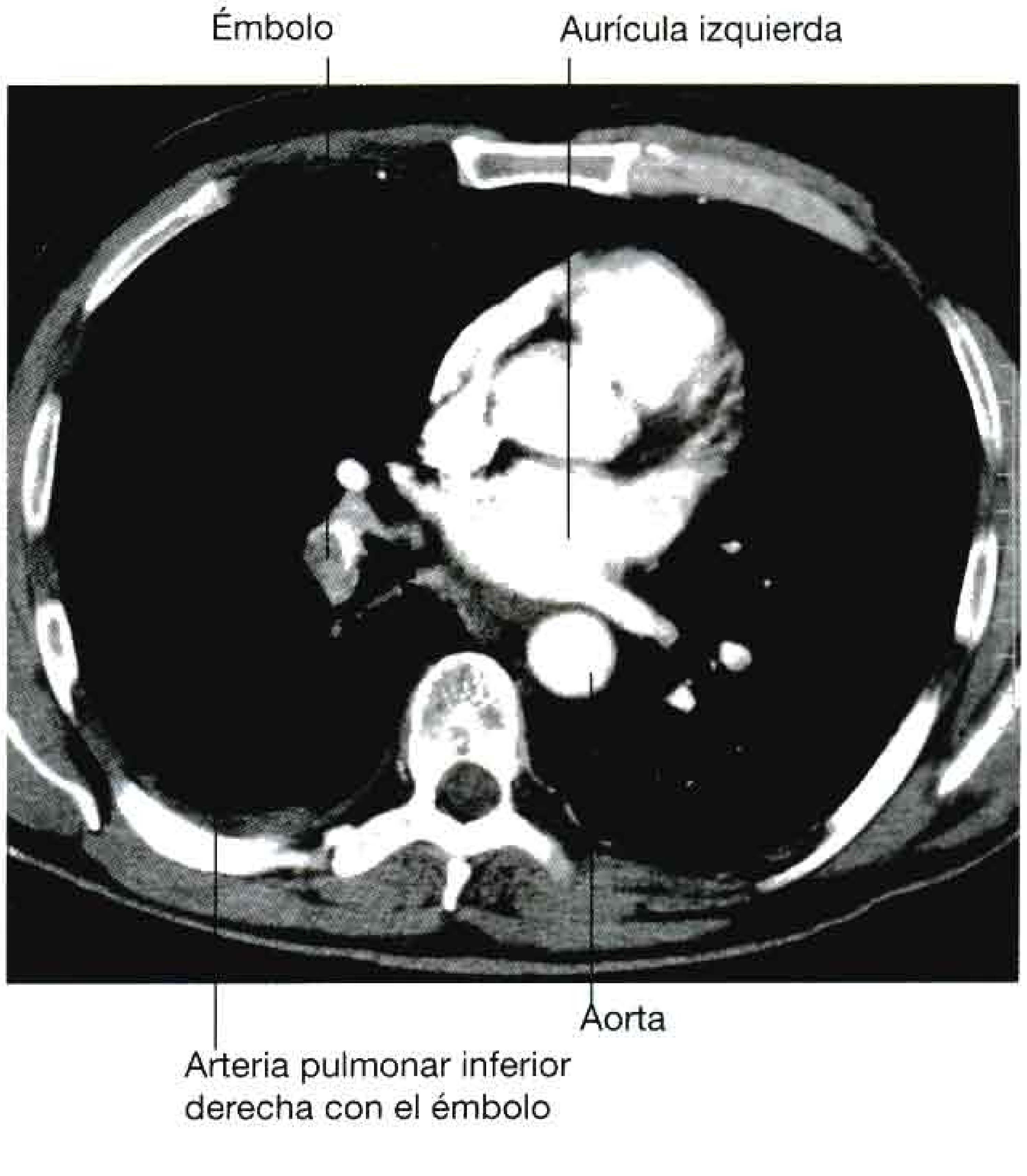


Fig. 6.136 Embolia pulmonar. Tomografía computarizada.

Caso 5

Rotura del tendón del calcáneo
Un varón de 45 años había estado jugando recientemente al *squash*. Durante el juego intentó un golpe de derecha y notó un dolor brusco intenso en el talón. Pensó que su oponente le había golpeado con la raqueta. Cuando se volvió, vio que éste se encontraba demasiado lejos como para haberle golpeado.

A los pocos minutos tenía una tumefacción acentuada en el tobillo. El paciente era incapaz de hacer la flexión plantar del pie y tuvo que dejar de jugar. Después apareció un hematoma subcutáneo apreciable en el tobillo.

Las posibilidades diagnósticas son una lesión ósea o de partes blandas.

Se excluyó una lesión ósea porque no había dolor a la presión en el hueso.

El paciente tenía una lesión significativa en las partes blandas. En la exploración presentaba una tumefacción significativa del tobillo, con un hematoma subcutáneo. Era incapaz de mantenerse de puntillas con la pierna derecha, y en decúbito prono se palpaba un defecto dentro del tendón del calcáneo.

Se le diagnosticó una rotura del tendón del calcáneo.

Este paciente presenta una historia típica de rotura del tendón del calcáneo y los hallazgos clínicos lo apoyan. Se realizó una resonancia magnética (RM) que confirmó el diagnóstico (fig. 6.137).

Al paciente se le hizo una reparación quirúrgica.

Fig. 6.137 Tobillo que muestra un tendón del calcáneo roto. Resonancia magnética potenciada en T2 en el plano sagital.

El tendón cicatrizó bien, aunque el paciente no ha vuelto a jugar al *squash*.

Caso 6

Aneurisma de la arteria poplítea
Un varón de 67 años notó una masa de unos 4 cm de diámetro transverso en la parte posterior de la rodilla. El paciente estaba por lo demás bien y no tenía antecedentes destacables.

La masa procedía de una de las estructuras de la fosa poplítea.

Dentro de la fosa poplítea hay un haz neurovascular que contiene el nervio ciático (y sus dos ramos), la arteria poplítea y la vena poplítea. Existen también numerosas bolsas serosas pequeñas asociadas con la cara posterior de la articulación de la rodilla, así como con los músculos y tendones de esta región. Es posible que esta masa proceda de las estructuras posteriores de la articulación de la rodilla, que comprende evaginaciones sinoviales, los meniscos y los músculos y tendones de esta región.

Las masas más frecuentes demostradas dentro de la fosa poplítea son un quiste poplíteo, un aneurisma poplíteo y un quiste adventicial arterial.

La exploración clínica adicional reveló que esta masa era pulsátil y presentaba un soplo (un soplo audible debido al flujo sanguíneo turbulento) en la auscultación.

Se diagnosticó un aneurisma de la arteria poplítea.

Un aneurisma de la arteria poplítea es una dilatación anómala de dicha arteria. Es infrecuente que mida más de 5 cm porque suele producir síntomas antes de alcanzar ese tamaño.

Al contrario que los aneurismas de otras partes del cuerpo, los aneurismas poplíteos tienden por lo general a embolizar, y es habitual que el trombo mural produzca una isquemia distal a la lesión en lugar de su ruptura. Es imprescindible explorar el resto del árbol arterial en los pacientes con un aneurisma poplíteo porque los aneurismas pueden ser bilaterales y se asocian con aneurismas aórticos abdominales.

Las otras posibilidades diagnósticas son el quiste poplíteo y el quiste adventicial.

El quiste poplíteo (quiste de Baker) es una evaginación sinovial que surge de la cara posteromedial de la articulación de la rodilla. La membrana sinovial de la articulación de la rodilla se evagina entre la cabeza medial del gastrocnemio y el tendón del semitendinoso para disponerse medial dentro de la fosa poplítea. En ocasiones discurre en sentido inferior para disponerse alrededor de los tendones que forman la pata de ganso (sartorio, grácil y semitendinoso).

Un quiste adventicial arterial es una estructura quística poco frecuente que se origina en la pared de la arteria.

Se realizó una ecografía.

Utilizando la ecografía en tiempo real se caracterizaron las dimensiones del aneurisma poplíteo y se demostró flujo en los vasos. Además, se excluyeron por completo el quiste poplíteo y el quiste adventicial.

Se realizó una extirpación quirúrgica y se interpuso un injerto; la recuperación fue satisfactoria.

Caso 7

Rotura del ligamento astragaloperoneo anterior
Un joven corredor de larga distancia acudió a su médico con una tumefacción aguda en la cara lateral del tobillo. Esta lesión apareció de manera directa tras pasar corriendo accidentalmente por un bache en el pavimento.

Se sospechó una fractura del tobillo.

Las radiografías simples anteroposterior y lateral del tobillo no revelaron ningún signo de lesión ósea que justificara la tumefacción de las partes blandas del paciente.

Se dieron al joven un par de muletas y un analgésico, y se le recomendó reposo. Se le diagnosticó un esguince simple.

En las semanas siguientes la tumefacción y el edema de las partes blandas del tobillo descendieron y el paciente comenzó a correr, aunque notaba que el tobillo «cedía». Acudió a un traumatólogo para un estudio adicional.

Había un signo del cajón anterior positivo en la articulación del tobillo.

En esta fase se debe revisar el mecanismo de lesión. Generalmente cuando se corre sobre una superficie dura en la fase final de despegue del pie, éste se supina. Si el pie está atrapado en un bache o terrón, esta maniobra de supinación continúa e invierte la articulación del tobillo en flexión plantar. Esto ejerce una tensión significativa sobre el complejo ligamentoso lateral y, en las circunstancias adecuadas, provoca una rotura (en orden) de las estructuras ligamentosas de anterior a posterior. Primero se rompe el ligamento astragaloperoneo anterior seguido del ligamento calcaneoperoneo, y luego el ligamento astragaloperoneo posterior. A medida que se van rompiendo estos ligamentos, la gravedad de la lesión de las partes blandas aumenta significativamente y se incrementa la probabilidad de una inestabilidad permanente del tobillo.

En la exploración, cualquier cajón anterior del tobillo (4-5 mm, comparado con el otro lado) indica una lesión del ligamento astragaloperoneo anterior.

El ligamento astragaloperoneo anterior puede evaluarse colocando el pie en flexión plantar acentuada. Si hay más de 10º de diferencia entre el pie afectado y el sano, se sospecha una rotura del ligamento astragaloperoneo anterior.

Es muy infrecuente que se rompan los tres ligamentos, y de ser así suele haber otras lesiones significativas en el tobillo.

Se realizó una resonancia magnética (RM) para evaluar la lesión ligamentosa.

La RM es excelente para demostrar los complejos ligamentosos medial y lateral del tobillo y las partes blandas que sostienen los huesos de la zona posterior del pie.

Por desgracia para este paciente había una rotura del ligamento astragaloperoneo anterior (fig. 6.138), que hubo de repararse con cirugía.

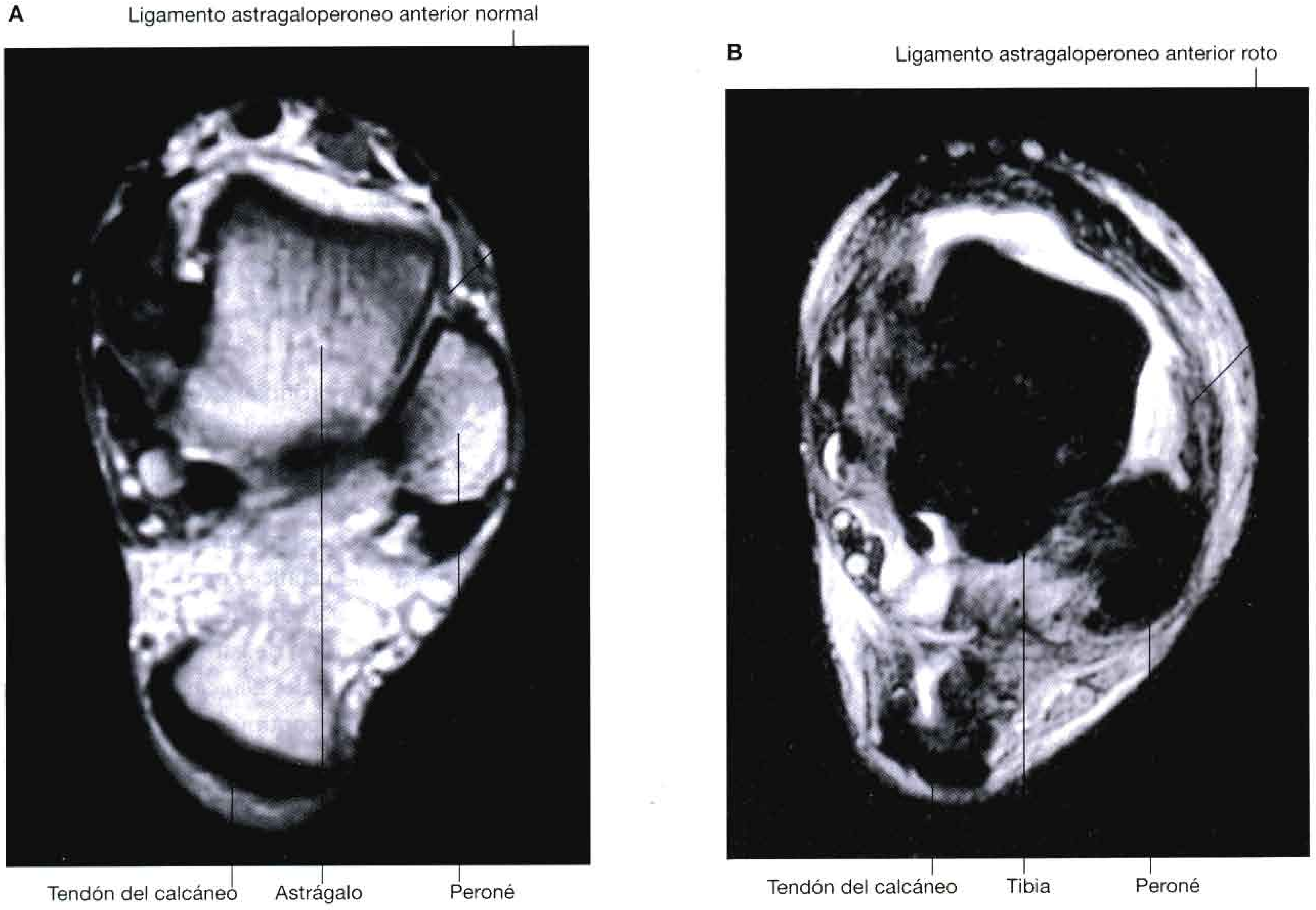


Fig. 6.138 **A.** Articulación normal del tobillo que muestra un ligamento astragaloperoneo anterior intacto. RM potenciada en T1 en el plano axial. **B.** Articulación del tobillo que muestra un ligamento astragaloperoneo anterior roto. RM potenciada en T2 en el plano axial.

Extremidad inferior

10 preguntas cortas

1. P: Un varón recibió un golpe en la cara posterolateral de la rodilla, lo que le fracturó el cuello del peroné. ¿Qué estructuras se dañaron y por qué tenía el pie caído?

R: Se lesionó el nervio peroneo común. Este nervio se sitúa en la cara lateral del cuello del peroné e inerva el peroneo largo y el peroneo corto. La incapacidad para utilizar estos músculos altera la flexión dorsal y la eversión, y provoca un pie caído.

2. P: Un paciente presenta una claudicación en la nalga derecha y un pulso femoral derecho débil. El pulso femoral izquierdo es normal. ¿Dónde se ha producido el bloqueo (estenosis u oclusión)?

R: El bloqueo está en la arteria ilíaca común derecha. Si la lesión estuviera en la arteria ilíaca externa derecha, el paciente no tendría una claudicación en la nalga. Si la lesión estuviera en la arteria ilíaca interna derecha, el pulso femoral izquierdo sería normal.

3. P: Dé dos razones anatómicas por las cuales la luxación rotuliana tiende a producirse en sentido lateral.

R: 1. La carilla lateral de la rótula que se articula con la tróclea femoral es menos aguda y «más plana» que su componente medial. 2. El «ángulo de apoyo» del fémur coloca la rótula medial a la articulación de la cadera, por lo que el vector de fuerza global de la contracción del cuádriceps femoral produce una fuerza lateral sobre la rótula. Este ángulo es más amplio en las mujeres que en los varones, lo que podría ser una causa de la mayor frecuencia de este problema en las mujeres.

4. P: Un corredor de larga distancia se queja de dolor en la cara anterolateral del cóndilo femoral lateral. ¿Qué estructura anatómica podría rozar en esta región?

R: La cintilla iliotibial es una condensación de la fascia lata que discurre directamente sobre el cóndilo femoral lateral y se inserta en la cara anterolateral de la tibia (tubérculo de Gerdy). Esto provoca un síndrome típico de fricción de la cintilla iliotibial.

5. P: ¿Es la rotura meniscocapsular más frecuente a nivel lateral?

R: No. No hay inserciones meniscocapsulares significativas a nivel lateral. El menisco medial se inserta en la cápsula, y por ello es frecuente la desinserción capsular y meniscocapsular en las lesiones deportivas.

6. P: ¿Qué destacada estructura se puede dañar en una luxación traumática posterior de la cabeza del fémur?

R: El nervio ciático. Este nervio deja la pelvis a través de la escotadura ciática mayor y discurre a nivel posterior desde el borde inferior del piriforme hasta los rotadores cortos de la cadera.

7. P: Un paciente acude al médico con una bolsa de tejido blando anterior al tendón rotuliano. ¿Se comunica ésta con la articulación de la rodilla?

R: No. Sólo la bolsa sinovial suprarrotuliana está en comunicación directa con la articulación de la rodilla a nivel anterior. La mayoría de las bolsas anteriores de la rodilla suelen ser adquiridas y no se comunican con dicha articulación.

8. P: Un paciente acude a la clínica con una rotura del ligamento cruzado anterior. Una radiografía anteroposterior muestra una pequeña fractura ósea en escama en la porción lateral de la tibia, justo por debajo de la meseta tibial. ¿Qué ligamento se ha avulsionado?

R: El ligamento femorotibial lateral. Un área de la membrana fibrosa de la cápsula articular de la rodilla, profunda al ligamento colateral peroneo, conecta el fémur con la porción lateral de la tibia. A esta región, a menudo engrosada, de la cápsula se la conoce en la clínica como ligamento femorotibial lateral. En este paciente, la pequeña fractura con avulsión de este ligamento tiene escasas consecuencias clínicas porque el ligamento colateral peroneo continúa intacto.

9. P: Una radiografía del pie muestra una pequeña escama ósea en una alineación de anterior a posterior en la base del quinto metatarsiano. La escama ósea es normal. ¿Qué puede ser?

R: Es la localización típica de la apófisis de la base del quinto metatarsiano. Se suele confundir con una fractura, pero las fracturas discurren en perpendicular a ésta.

10. P: Una fractura no consolidada del cuello del astrágalo colapsa la bóveda astragalina. ¿Por qué?

R: La irrigación del astrágalo procede de los vasos que pasan por el interior del seno del tarso. Éstos pasan por detrás para irrigar el cuerpo y la región de la bóveda subastragalina. La rotura del cuello del astrágalo lesiona estos vasos, lo que provoca una isquemia del hueso, su rotura y el colapso.

7

Extremidad superior

Conceptos generales 608

Anatomía regional 623

Anatomía de superficie 730

Casos clínicos 741

Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

La extremidad superior se relaciona con la cara lateral de la porción inferior del cuello. Se une al tronco mediante músculos y una pequeña articulación esquelética situada entre la clavícula y el esternón: la articulación esternoclavicular. Atendiendo a la localización de las principales articulaciones y huesos que la componen, la extremidad superior se divide en hombro, brazo, antebrazo y mano (fig. 7.1A).

El hombro es la zona de la extremidad superior que se une al tronco (fig. 7.1B).

El brazo es la zona de la extremidad superior situada entre el hombro y la articulación del codo; el antebrazo se encuentra entre la articulación del codo y la de la muñeca; y la mano es la parte distal a la articulación de la muñeca.

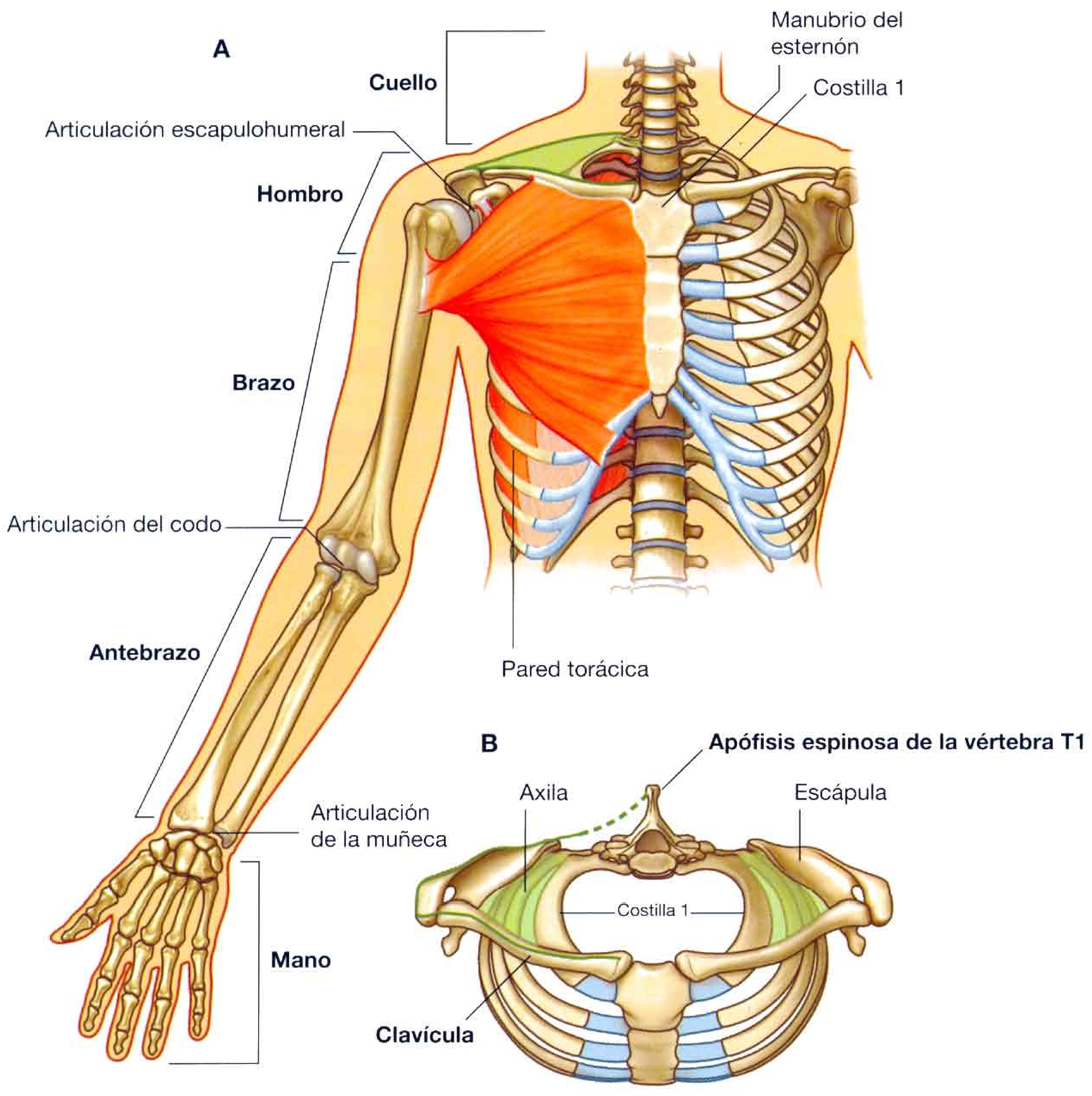


Fig. 7.1 Extremidad superior. **A.** Vista anterior de la extremidad superior. **B.** Vista superior del hombro.

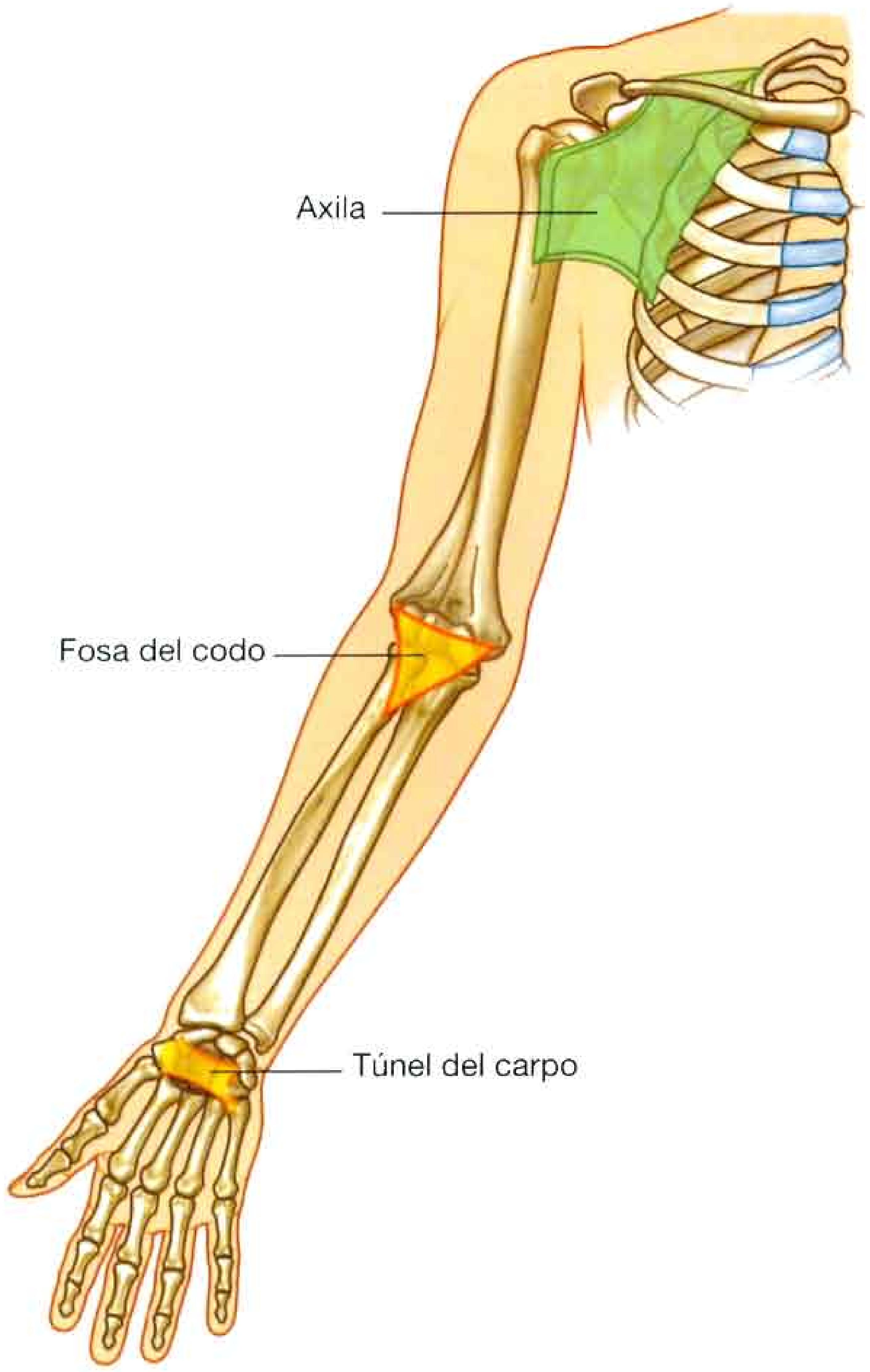


Fig. 7.2 Zonas de transición en la extremidad superior.

La axila, la fosa del codo y el túnel del carpo son áreas destacadas de transición entre las diferentes partes de la extremidad (fig. 7.2). Por cada una de estas partes pasan, o están relacionadas, estructuras significativas.

La axila es un área de forma piramidal irregular, formada por los músculos y los huesos del hombro y por la cara lateral de la pared torácica. El vértice o entrada se abre directamente en la zona inferior del cuello. La piel de la axila forma su suelo. Todas las estructuras fundamentales que discurren entre el cuello y el brazo lo hacen a través de la axila.

La fosa del codo es una depresión de forma triangular formada por los músculos anteriores a la articulación del codo. La principal arteria que pasa del brazo al antebrazo, la arteria braquial, discurre por esta fosa, al igual que uno de los nervios más relevantes de la extremidad superior, el nervio mediano.

El túnel del carpo es la puerta de entrada a la palma de la mano. Sus paredes posterior, lateral y medial, forman un arco, que está constituido por los pequeños huesos del carpo, en la zona proximal de la mano. Una gruesa banda de tejido conjuntivo, el retináculo flexor, se extiende entre ambos lados de este arco y forma la pared anterior del túnel. El nervio mediano y todos los tendones del flexor largo pasan desde el antebrazo hasta los dedos de la mano a través del túnel del carpo.

FUNCIONES

Posición de la mano

Al contrario que la extremidad inferior, que tiene funciones de soporte, estabilidad y locomoción, la extremidad superior es muy móvil, para poder situar la mano en distintas posiciones en el espacio.

El hombro se une al tronco fundamentalmente mediante músculos, por lo que se puede mover respecto del cuerpo. El deslizamiento (antepulsión y retropulsión) y la rotación de la escápula respecto de la pared torácica cambian la posición de la **articulación glenohumeral (articulación del hombro)** y consiguen que la mano alcance posiciones más distantes (fig. 7.3). La articulación glenohumeral permite que el brazo se mueva en tres ejes con una gran amplitud de movimientos. Los movimientos del brazo en esta articulación son: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación medial (rotación interna), rotación lateral (rotación externa) y circunducción (fig. 7.4).

Los principales movimientos de la **articulación del codo** son la flexión y la extensión del antebrazo (fig. 7.5A). En el otro extremo del antebrazo, la parte distal del hueso lateral (el radio) se puede desplazar sobre la cabeza del hueso medial (el cúbito). Como la mano se articula con el radio, se puede mover desde una posición con la palma anterior hasta una posición situando la palma posterior, simplemente cruzando el extremo distal del radio sobre el cúbito (fig. 7.5B). Este movimiento, denominado pronación, se produce de manera exclusiva en el antebrazo. El movimiento de supinación vuelve a colocar la mano en su posición anatómica.

En la **articulación de la muñeca,** la mano se puede abducir, aducir, flexionar, extender y circunducir (fig. 7.6). Estos movimientos, combinados con los del hombro, el brazo y el antebrazo, permiten colocar la mano en diferentes posiciones con relación al cuerpo.

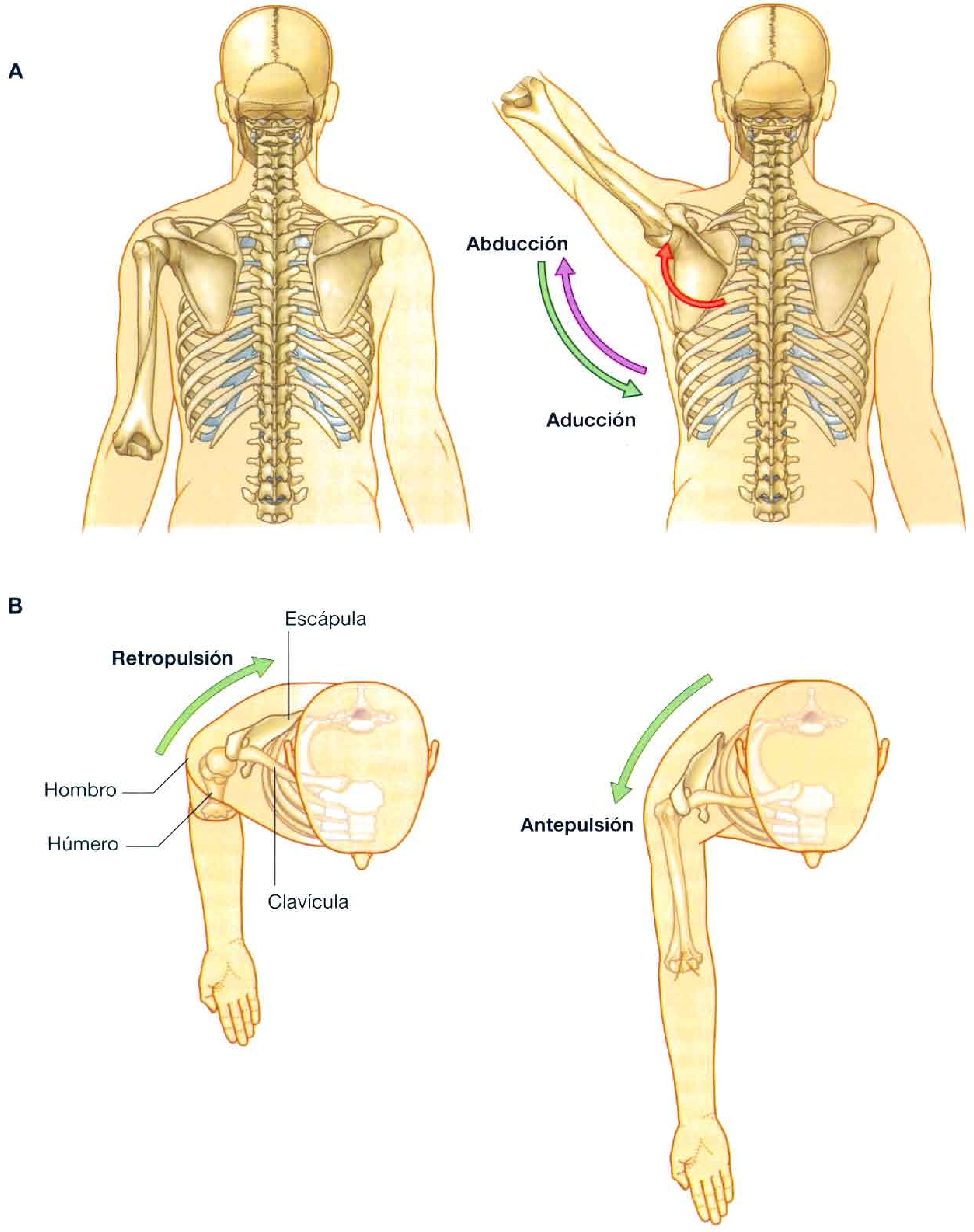


Fig. 7.3 Movimientos de la escápula. **A.** Rotación. **B.** Antepulsión y retropulsión.

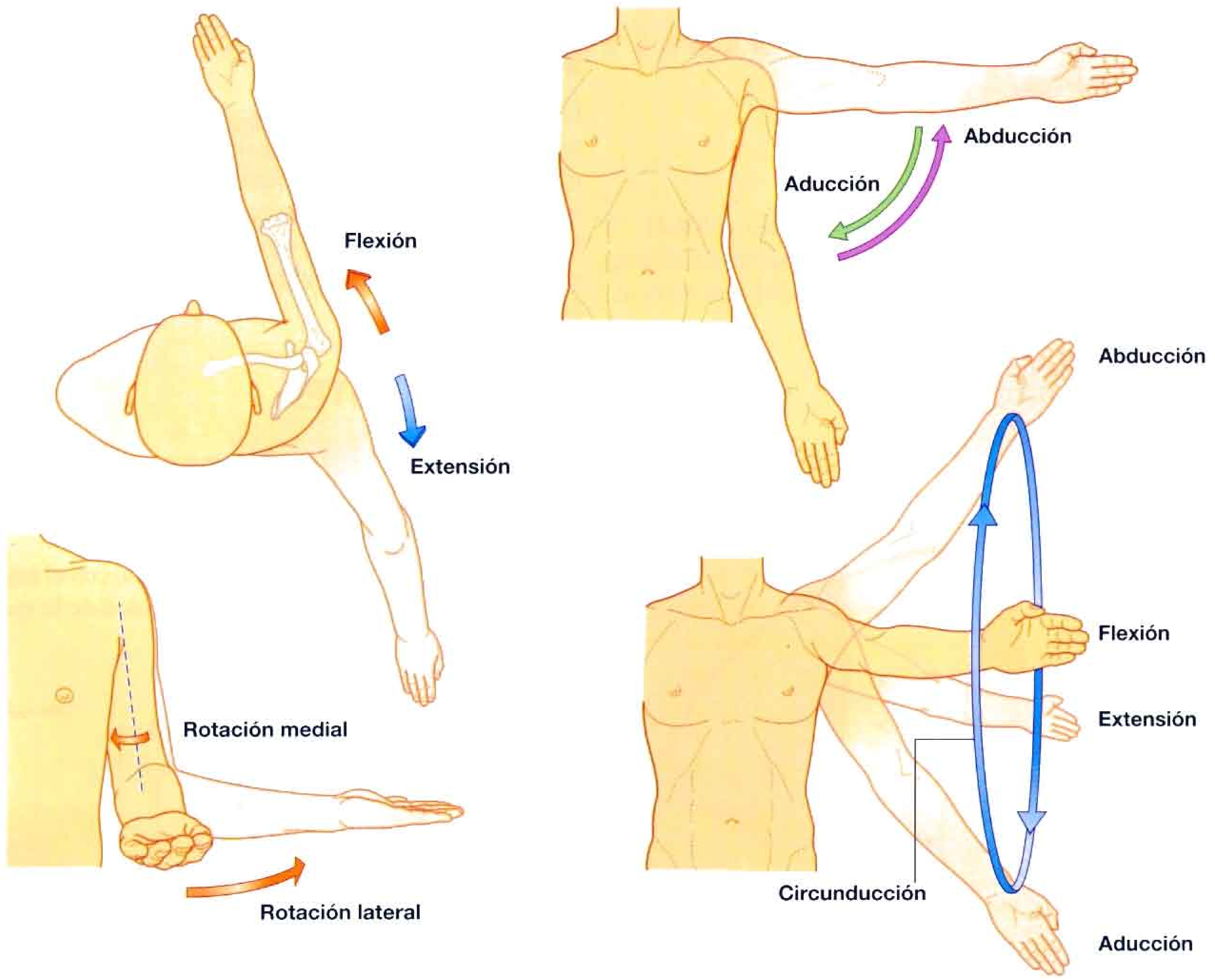


Fig. 7.4 Movimientos del brazo en la articulación glenohumeral.

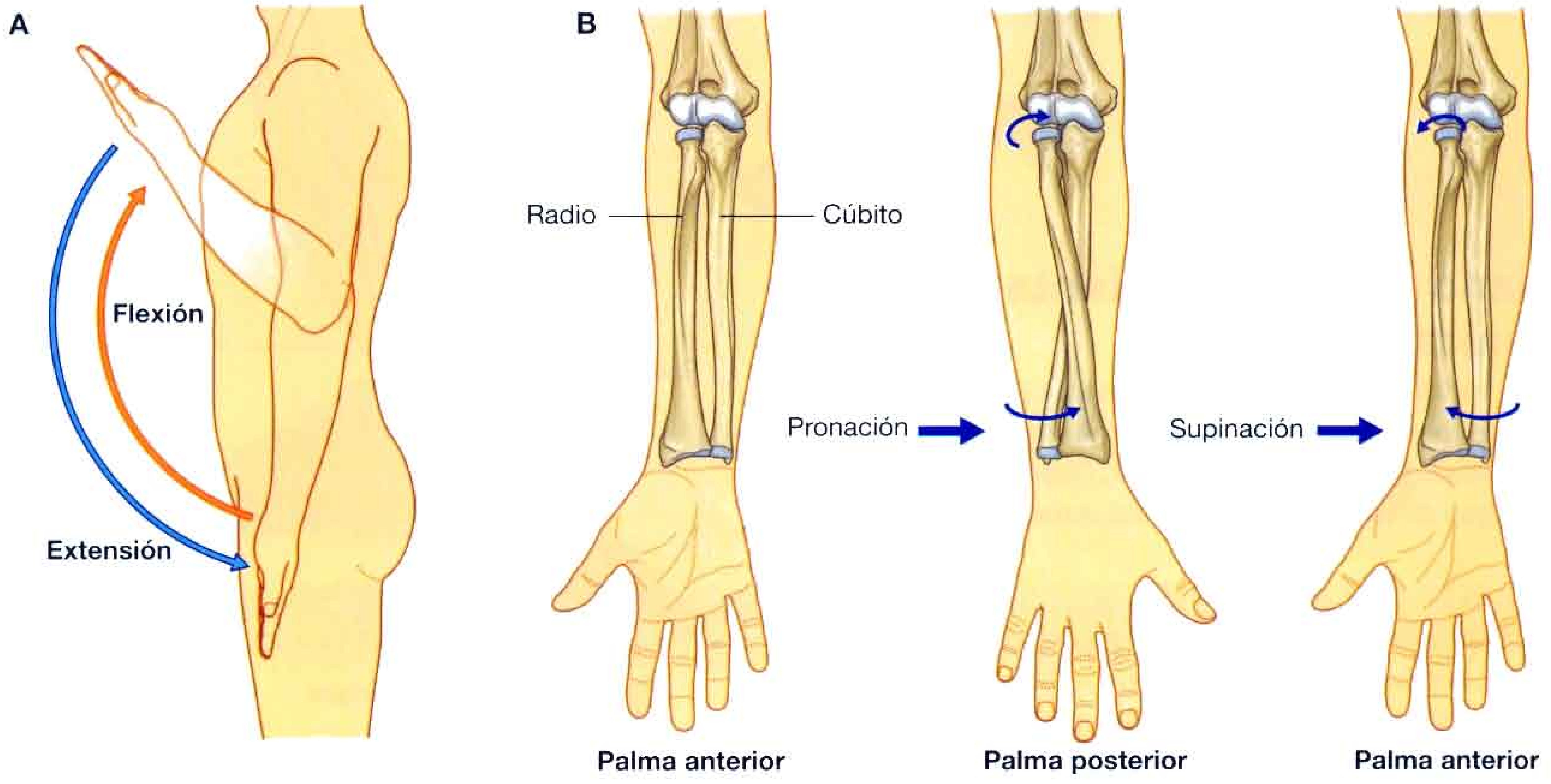


Fig. 7.5 Movimientos del antebrazo. **A.** Flexión y extensión en la articulación del codo **B.** Pronación y supinación.

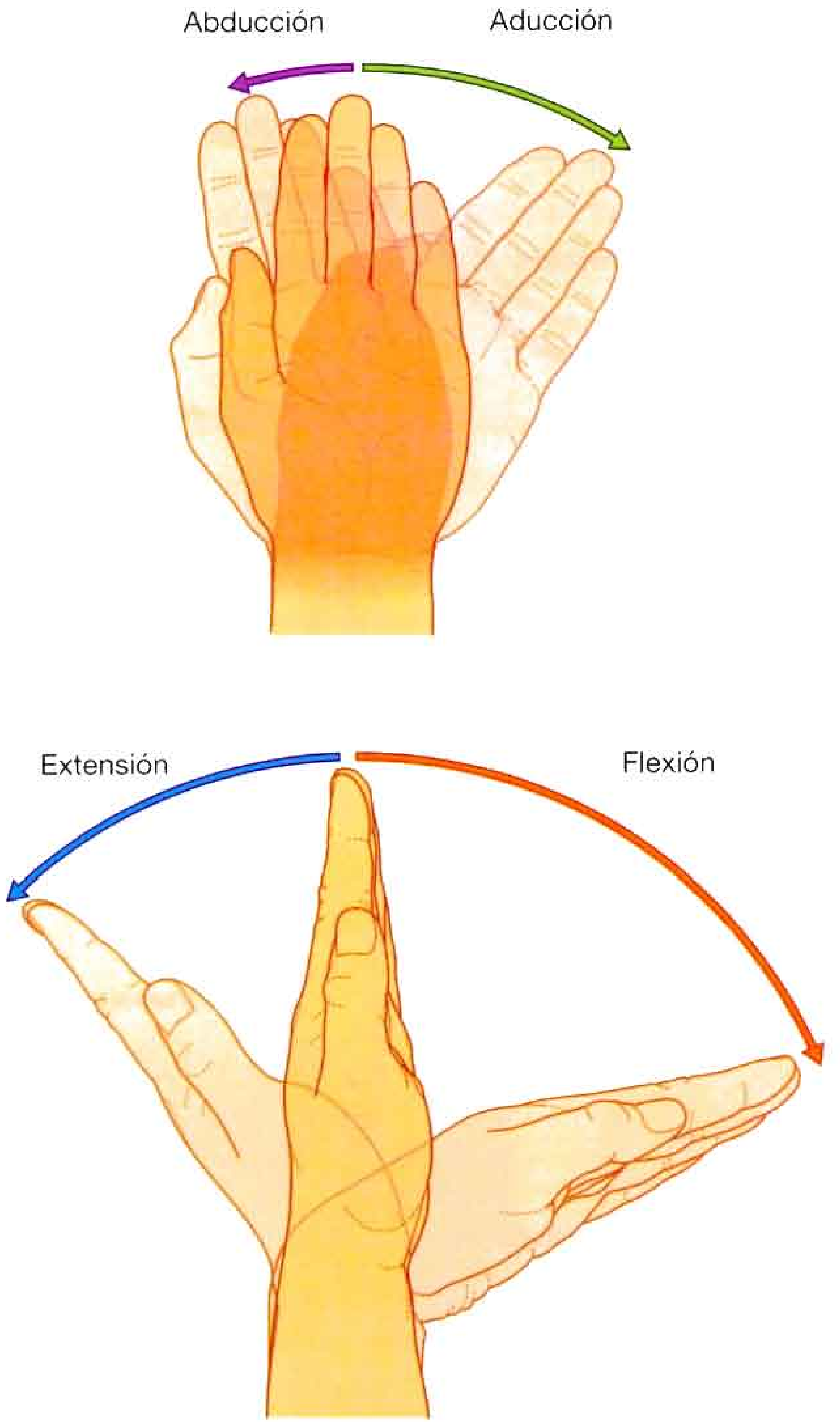


Fig. 7.6 Movimientos de la mano en la articulación de la muñeca.

La mano como herramienta mecánica

Una de las principales funciones de la mano es agarrar y manipular objetos. Para agarrar objetos se suele necesitar flexionar los dedos enfrentándolos al pulgar. Dependiendo del tipo de objeto que se vaya a manipular, los músculos de la mano actúan:

- Modificando la acción de los tendones largos, que llegan desde el antebrazo y se insertan en los dedos de la mano.
- Combinando los movimientos de las articulaciones de cada dedo que no se pueden realizar solamente mediante los tendones del flexor y extensor largo que vienen desde el antebrazo.

La mano como herramienta sensitiva

La mano se utiliza para distinguir los objetos en función del tacto. Las yemas de la cara palmar de los dedos contienen una gran densidad de receptores sensitivos somáticos. Además, la corteza sensitiva del cerebro encargada de interpretar la información procedente de la mano, en especial del pulgar, ocupa una extensión muy grande en relación a la de otras regiones cutáneas.

COMPONENTES

Huesos y articulaciones

Los huesos del hombro son la escápula, la clavícula y la parte proximal del húmero (fig. 7.7).

La clavícula se articula en la zona medial con el manubrio del esternón y en la lateral con el acromion de la escápula,

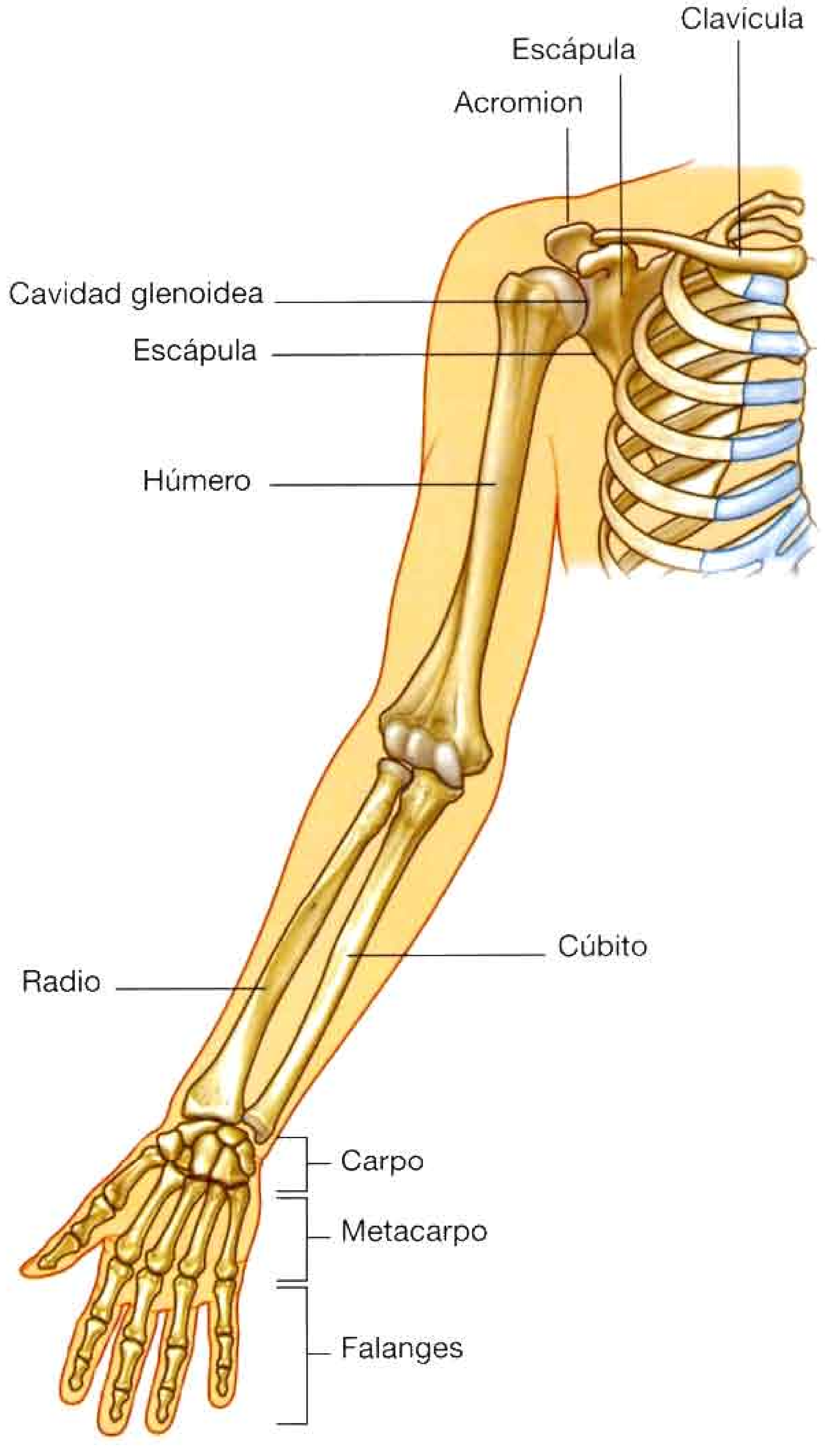


Fig. 7.7 Huesos de la extremidad superior.

que forma un arco sobre la articulación entre la cavidad glenoidea de la escápula y la cabeza del húmero (la articulación glenohumeral). Esta articulación permite los movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, rotación medial y lateral y circunducción del brazo.

El húmero es el hueso del brazo (fig. 7.7). El extremo distal del húmero se articula con los huesos del antebrazo en la articulación del codo, que es una articulación de tipo bisagra, que permite la flexión y la extensión del antebrazo.

El antebrazo está formado por dos huesos:

- El hueso lateral es el radio.
- El hueso medial es el cúbito (fig. 7.7).

En la articulación del codo, los extremos proximales del radio y del cúbito se articulan entre ellos y también con el húmero.

Además de flexionar y extender el antebrazo, la articulación del codo permite que el radio gire sobre el húmero cuando se desliza contra la cabeza del cúbito durante los movimientos de pronación y supinación de la mano.

Los extremos distales del radio y del cúbito también se articulan entre ellos. Esta articulación permite que el extremo distal del radio se desplace desde la cara lateral a la medial del cúbito durante la pronación de la mano.

La articulación de la muñeca se forma entre el radio y los huesos del carpo, y entre un disco articular, distal al cúbito, y los huesos del carpo. Esta articulación permite principalmente realizar abducción, aducción, flexión y extensión de la mano.

Los huesos de la mano son los huesos del carpo, los metacarpianos y las falanges (fig. 7.7).

Los cinco dedos de la mano son el pulgar, el índice, el medio, el anular y el meñique.

Las articulaciones entre los ocho pequeños huesos del carpo sólo permiten unos movimientos limitados, por lo que estos huesos actúan en conjunto de forma unitaria.

Los cinco huesos metacarpianos, uno para cada dedo, constituyen la principal estructura esquelética de la palma (fig. 7.7).

La articulación entre el metacarpiano del pulgar (I metacarpiano) y uno de los huesos del carpo permite una mayor movilidad que el resto de las articulaciones carpometacarpianas que sólo realizan movimientos limitados de deslizamiento.

En el extremo distal, las cabezas del II al V metacarpiano (es decir todas, excepto la del I metacarpiano) están interconectadas por ligamentos fuertes. La ausencia de esta conexión ligamentosa entre el metacarpiano del pulgar y el del índice, junto a la articulación biaxial en **silla de montar** entre el I metacarpiano y el carpo, confieren una mayor libertad de movimientos al pulgar que a los otros dedos de la mano.

Los huesos de los dedos son las falanges (fig. 7.7). El pulgar tiene dos falanges, mientras que el resto de los dedos tienen tres.

Las articulaciones metacarpofalángicas son **articulaciones condíleas** (articulaciones elipsoideas) biaxiales, que permiten realizar los movimientos de abducción, aducción, flexión, extensión y circunducción (fig. 7.8). La abducción y la aducción de los dedos se realizan en relación a un eje que pasa por el centro del dedo medio en su posición anatómica, por lo que este dedo se puede abducir en sentido medial y lateral, y aducir de vuelta hacia el eje central desde cada uno de los lados. Las articulaciones interfalángicas son fundamentalmente **de tipo bisagra** y sólo pueden realizar movimientos de flexión y de extensión.

Músculos

Algunos de los músculos del hombro, como el trapecio, el elevador de la escápula y los romboides, conectan la escápula y la clavícula con el tronco. Otros músculos unen la clavícula,

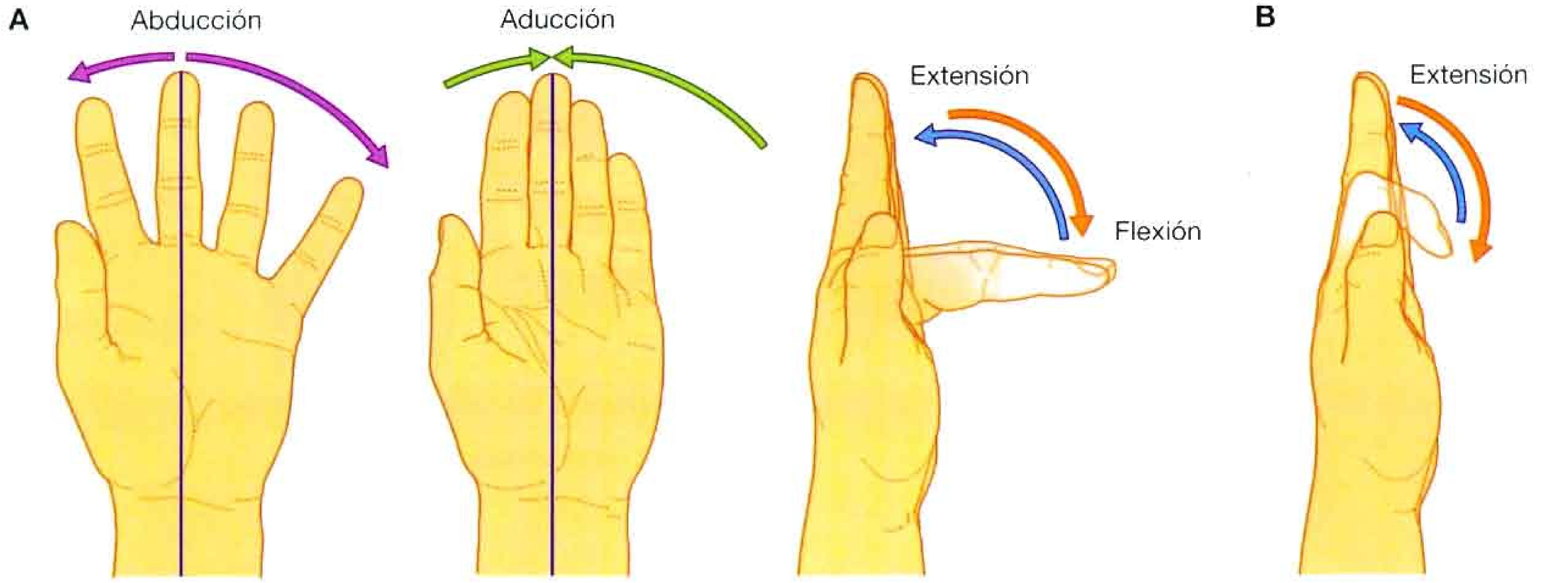


Fig. 7.8 A. Movimientos de las articulaciones metacarpofalángicas, y **B.** interfalángicas.

la escápula y la pared torácica con el extremo proximal del húmero. Estos músculos son el pectoral mayor, el pectoral menor, el dorsal ancho, el redondo mayor y el deltoides (fig. 7.9A y B). Los principales de éstos son los cuatro músculos del manguito de los rotadores (subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor) que unen la escápula con el húmero y aportan estabilidad a la articulación glenohumeral (fig. 7.9C).

Los músculos del brazo y del antebrazo están separados en un compartimento anterior (flexor) y otro posterior (extensor) mediante capas de fascia, huesos y ligamentos (fig. 7.10).

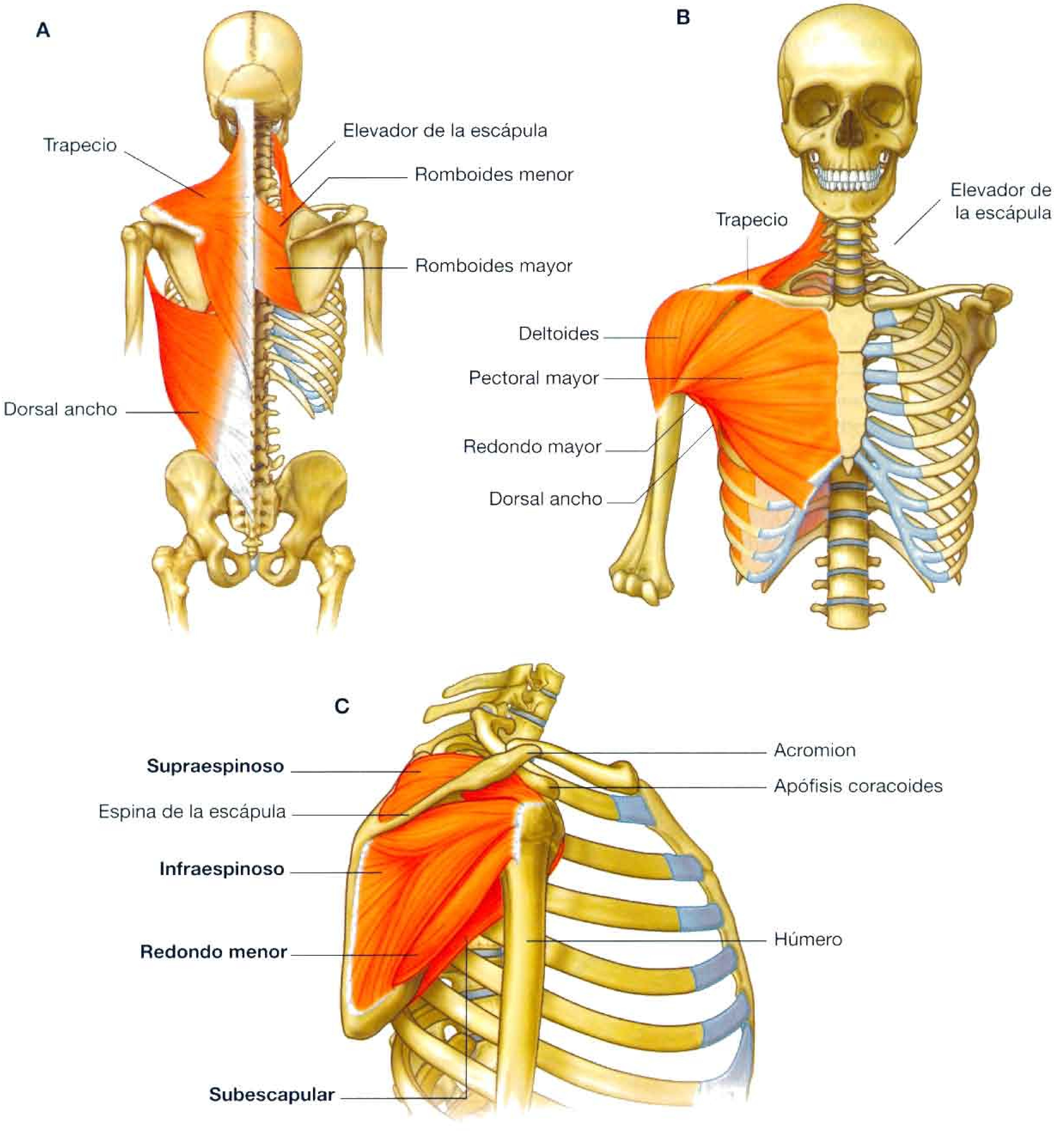


Fig. 7.9 Músculos del hombro. **A.** Vista posterior del hombro. **B.** Vista anterior del hombro. **C.** Manguito de los rotadores.

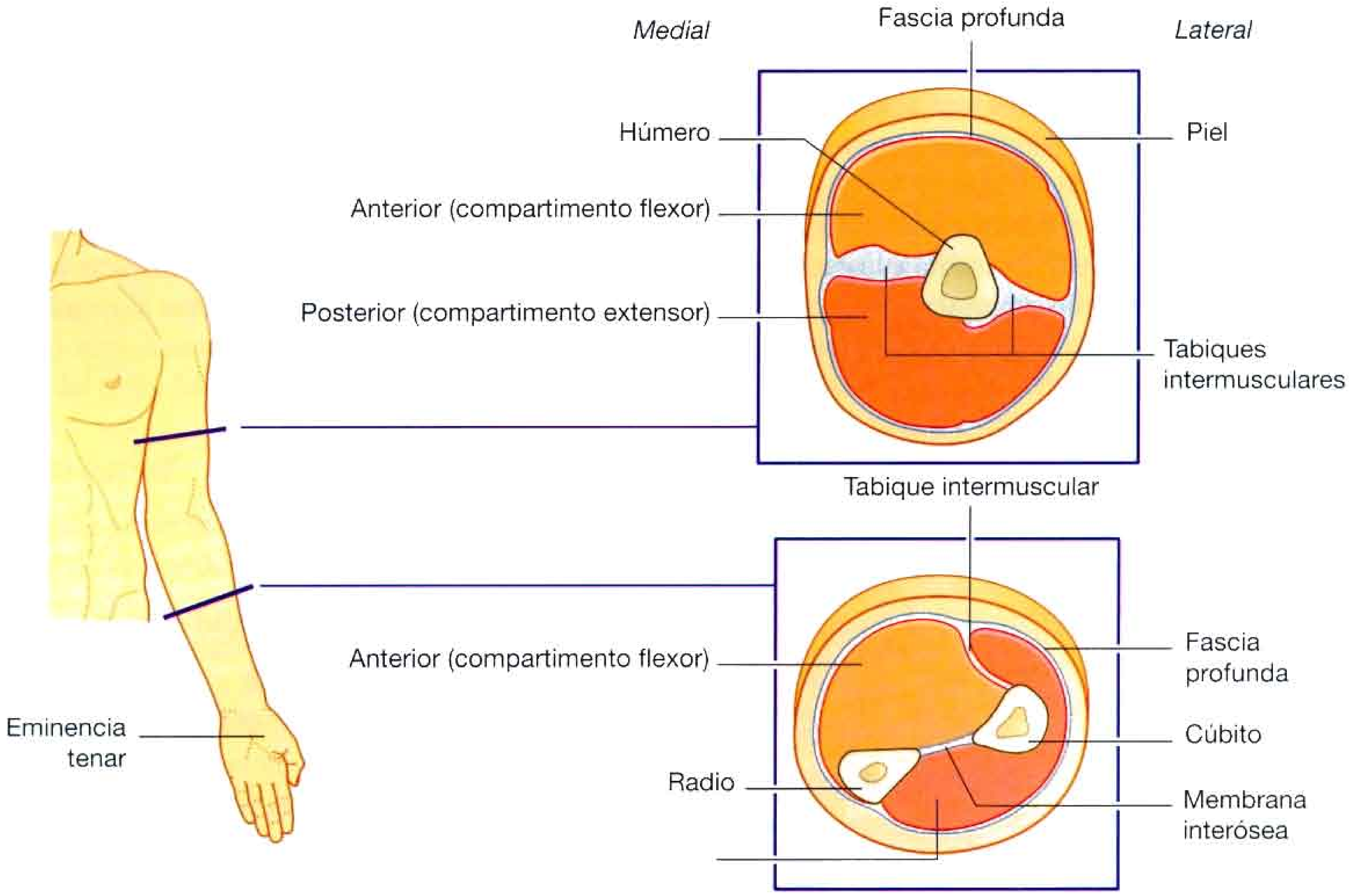


Fig. 7.10 Componentes musculares del brazo y del antebrazo.

El compartimento anterior del brazo se sitúa anterior, y está separado de los músculos del compartimento posterior por el húmero y por los tabiques intermusculares medial y lateral. Estos tabiques se continúan con la fascia profunda que rodea el brazo, y se unen a ambos lados del húmero.

En el antebrazo, los compartimentos anterior y posterior se encuentran separados por un tabique intermuscular lateral, el radio, el cúbito y una membrana interósea que une las caras adyacentes del radio y del cúbito (fig. 7.10).

La principal función de los músculos del brazo es mover el antebrazo en la articulación del codo, mientras que los del antebrazo sobre todo mueven la mano en la articulación de la muñeca, así como los dedos, incluido el pulgar.

Los músculos que se encuentran en la mano (sus músculos intrínsecos) están encargados de los movimientos delicados de los dedos de la mano y modifican la fuerza que ejercen los tendones que llegan a los dedos desde el antebrazo. Entre estos músculos intrínsecos de la mano hay tres músculos pequeños que forman una prominencia de tejidos blandos, denominada la **eminencia tenar**, en la cara palmar del I metacarpiano. Los músculos de la eminencia tenar permiten que el pulgar se mueva libremente respecto de los otros dedos.

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Cuello

La extremidad superior se relaciona directamente con el cuello. A cada lado de la **abertura torácica superior**, en la base del cuello, se encuentra la entrada de la axila, que está formada por:

- El borde lateral de la I costilla.
- La superficie posterior de la clavícula.
- El borde superior de la escápula.
- La superficie medial de la apófisis coracoides (fig. 7.11).

Las principales arteria y vena de la extremidad superior pasan entre el tórax y el miembro superior sobre la I costilla, y a través de la entrada de la axila. Los nervios derivan fundamentalmente de la porción cervical de la médula espinal, y también atraviesan la entrada de la axila y la axila para inervar el miembro superior.

Espalda y pared torácica

Los músculos que unen los huesos del hombro con el tronco se relacionan con la espalda y con la pared torácica, y son: el trapecio, el elevador de la escápula, el romboides mayor, el romboides menor y el dorsal ancho (fig. 7.12).

La mama, situada en la pared torácica anterior, tiene numerosas relaciones significativas con la axila y la extremidad superior. Se sitúa sobre el músculo pectoral mayor, que forma la mayor parte de la pared anterior de la axila, y une el húmero con la pared torácica (fig. 7.13). Con frecuencia, una parte de la mama, conocida como proceso axilar o lateral, se extiende alrededor del margen lateral del músculo pectoral mayor hacia la axila.

El drenaje linfático de las zonas lateral y superior de la mama se hace fundamentalmente hacia los ganglios linfáticos situados en la axila. Varias de las arterias y venas que irrigan y drenan la glándula también se originan, o drenan, en los principales vasos axilares.

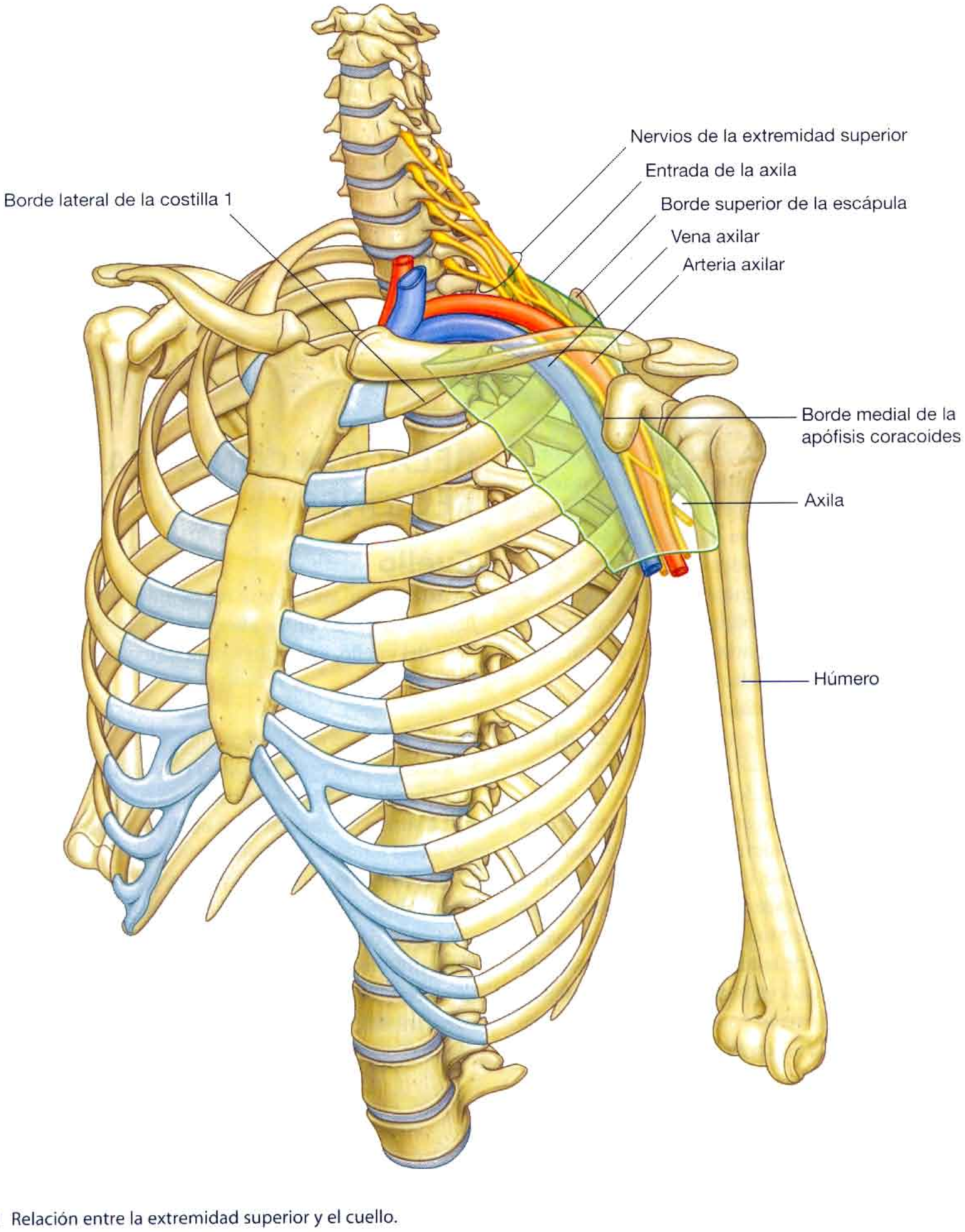
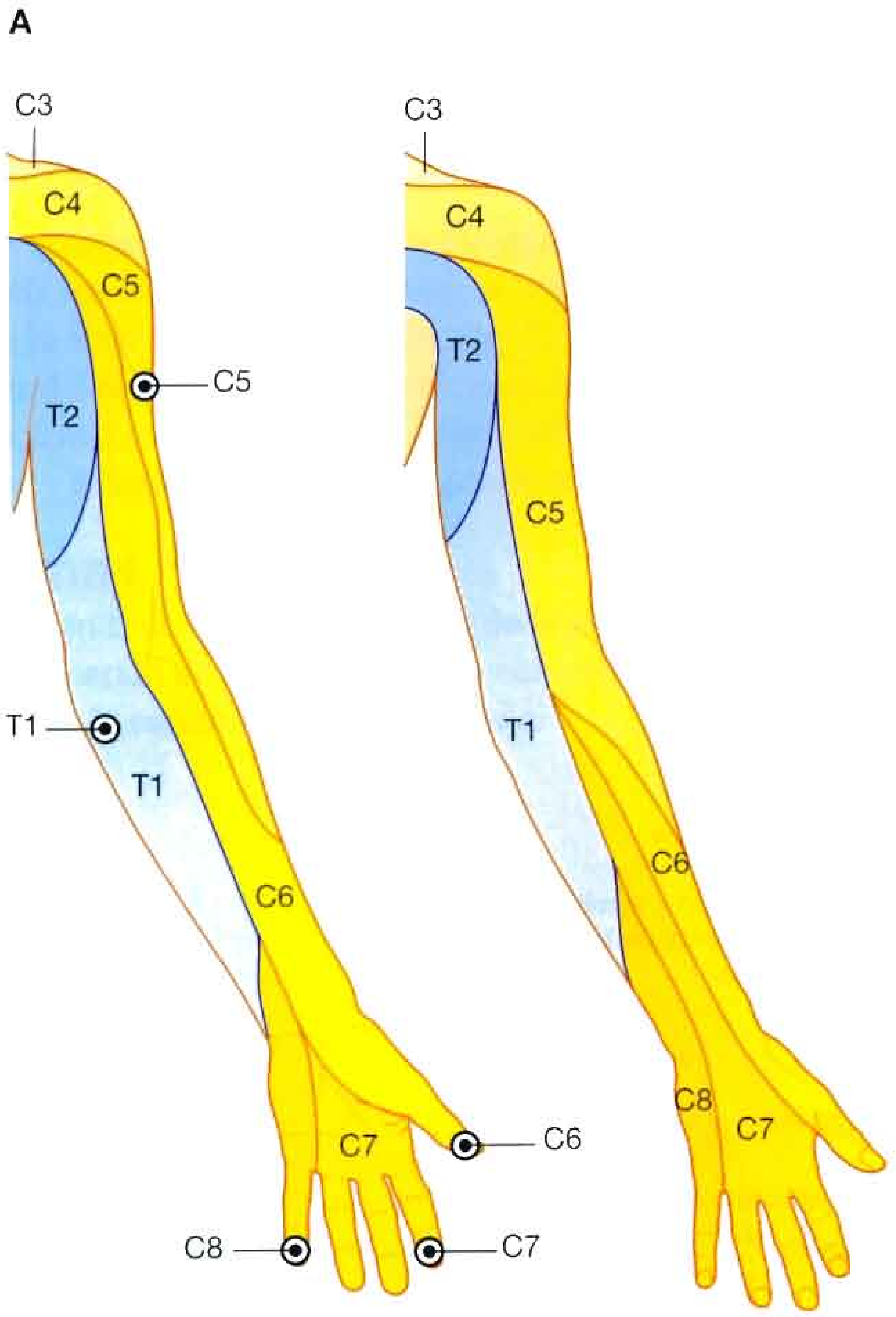


Fig. 7.11 Relación entre la extremidad superior y el cuello.



- La percusión del tendón del bíceps en la fosa del codo explora fundamentalmente el nivel medular C6.
- Percutiendo el tendón del tríceps en la zona posterior del codo se explora sobre todo el nivel C7.

El principal nivel medular que se asocia con la inervación del diafragma, C4, se encuentra inmediatamente por encima de los niveles medulares asociados con la extremidad superior.

La exploración de los dermatomas y los miotomas de la extremidad superior puede aportar información relevante sobre la posibilidad de que existan complicaciones respiratorias como consecuencia de una lesión medular en regiones justo por debajo del nivel medular C4.

Los principales compartimentos musculares del brazo y del antebrazo, así como los músculos intrínsecos de la mano, están inervados principalmente por uno de los nervios más destacados que se originan en el plexo braquial a su paso por la axila (fig. 7.16A):

- Todos los músculos del compartimento anterior del brazo están inervados por el nervio musculocutáneo.
- El nervio mediano inerva los músculos del compartimento anterior del antebrazo, con dos excepciones. Uno de los flexores de la muñeca (el flexor cubital del carpo) y parte de uno de los flexores de los dedos (la mitad medial del flexor profundo de los dedos), que están inervados por el nervio cubital.
- La mayoría de los músculos intrínsecos de la mano están inervados por el nervio cubital, excepto los músculos de la eminencia tenar y los dos músculos lumbricales laterales, que están inervados por el nervio mediano.
- Todos los músculos del compartimento posterior del brazo y del antebrazo están inervados por el nervio radial.

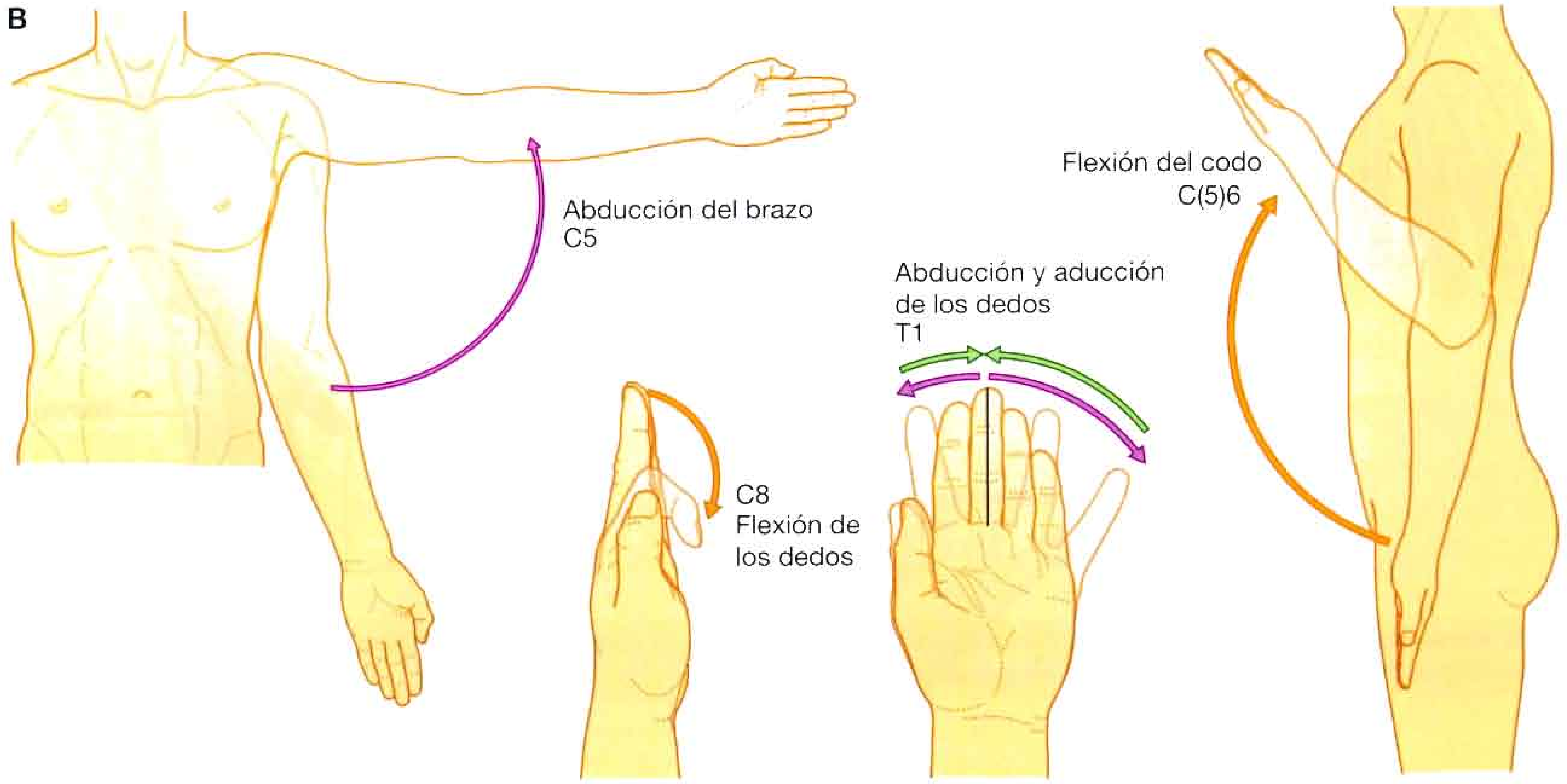


Fig. 7.15 Dermatomas y miotomas de la extremidad superior. **A.** Dermatomas. **B.** Movimientos producidos por los miotomas.

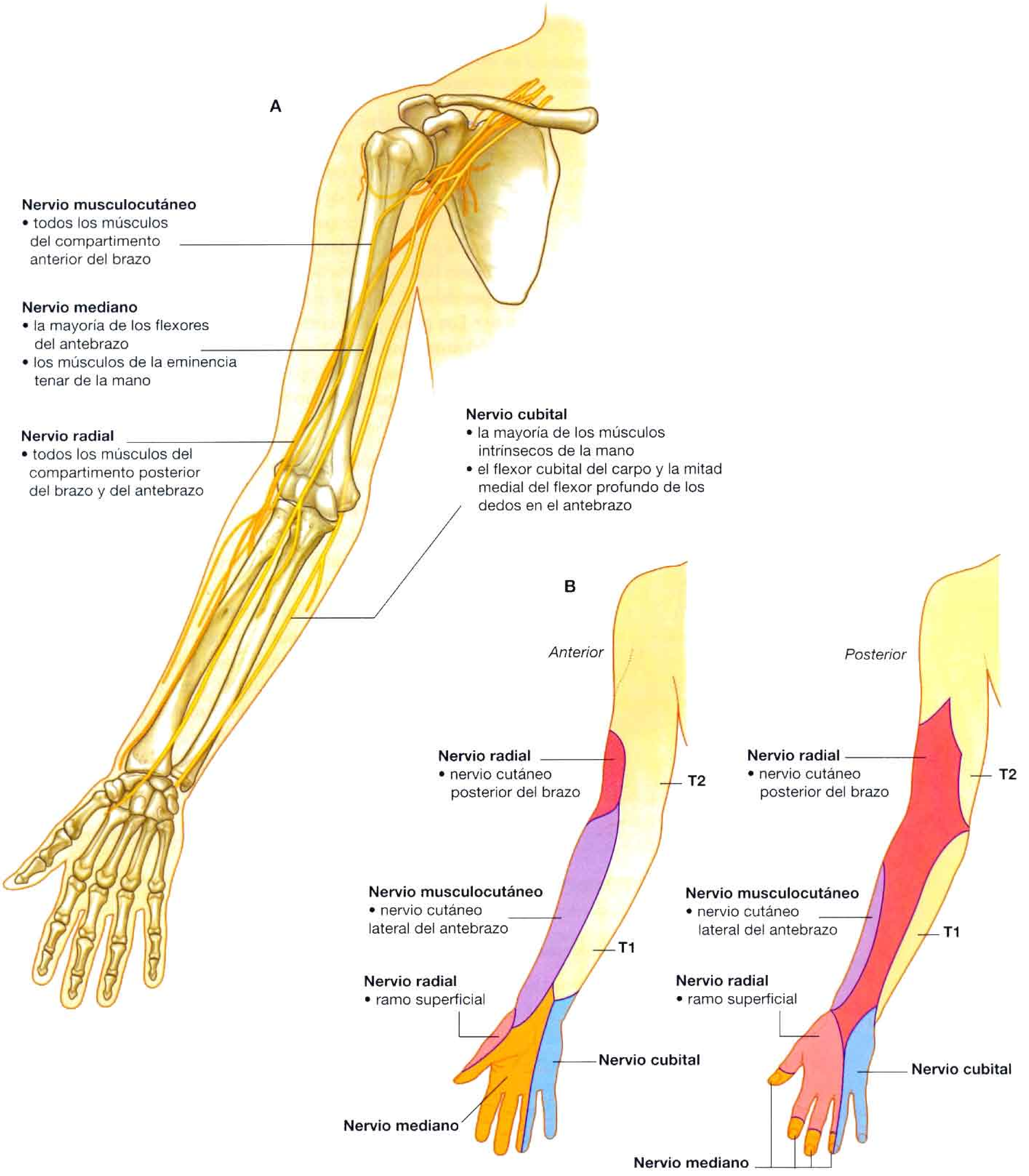


Fig. 7.16 Nervios de la extremidad superior. **A.** Principales nervios en el brazo y en el antebrazo. **B.** Zonas anterior y posterior de la piel inervadas por los principales nervios periféricos en el brazo y el antebrazo.

Además de inervar los principales grupos musculares, cada uno de los nervios periféricos más destacados que se originan en el plexo braquial lleva la información sensitiva somática de las regiones cutáneas, con una distribución diferente a la de los dermatomas (fig. 7.16B). *La exploración de la sensibilidad de estas zonas puede servir para explorar lesiones de los nervios periféricos:*

- El nervio musculocutáneo inerva la piel de la cara anterolateral del antebrazo.
- El nervio mediano inerva la superficie palmar del primer, segundo y tercer dedos y la mitad lateral del cuarto, y el nervio cubital inerva el quinto dedo y la mitad medial del cuarto.
- El nervio radial inerva la piel de la superficie posterior del antebrazo y la superficie dorsolateral de la mano.

Nervios relacionados con el hueso

Hay tres nervios principales que se relacionan directamente con diferentes partes del húmero (fig. 7.17).

- El nervio axilar, que inerva el músculo deltoides, uno de los principales músculos abductores del húmero en la articulación glenohumeral, rodea la cara posterior del extremo proximal del húmero (el cuello quirúrgico).
- El nervio radial, que inerva todos los músculos extensores de la extremidad superior, pasa en diagonal por la superficie posterior de la zona media del húmero en el surco del nervio radial.
- El nervio cubital, que se dirige a la mano, pasa por la zona posterior de una prominencia ósea, el epicóndilo medial, en la cara medial de la zona distal del húmero.

Las fracturas del húmero en cualquiera de estas tres regiones pueden comprometer el nervio que se encuentra relacionado con ella.

Venas superficiales

Las grandes venas incluidas en la fascia superficial de la extremidad superior suelen utilizarse para obtener accesos vasculares y para extraer sangre. Las más destacadas de estas venas son las venas cefálica, basílica y mediana del codo (fig. 7.18).

Las **venas cefálica** y **basílica** se originan en el **plexo venoso dorsal** en el dorso de la mano.

La vena cefálica tiene su origen en la tabaquera anatómica, en la base del pulgar; discurre por la zona lateral en la parte distal del antebrazo y alcanza la superficie anterolateral de la extremidad, tras lo que prosigue en sentido proximal. Cruza el codo y alcanza una depresión triangular del brazo, el **triángulo clavipectoral (deltopectoral)**, entre los músculos pectoral mayor y deltoides y la clavícula. En esta depresión, la vena pasa a la axila atravesando la fascia profunda, justo debajo de la clavícula.

La vena basílica se origina en el extremo medial del plexo venoso dorsal de la mano y asciende proximalmente por la superficie posteromedial del antebrazo. Justo inferior al codo pasa a la superficie anterior de la extremidad y se continúa en dirección proximal para atravesar la fascia profunda en torno al punto medio del brazo.

En el codo, las venas cefálica y basílica se conectan por la **vena mediana del codo**, que cruza por el techo de la fosa del mismo.

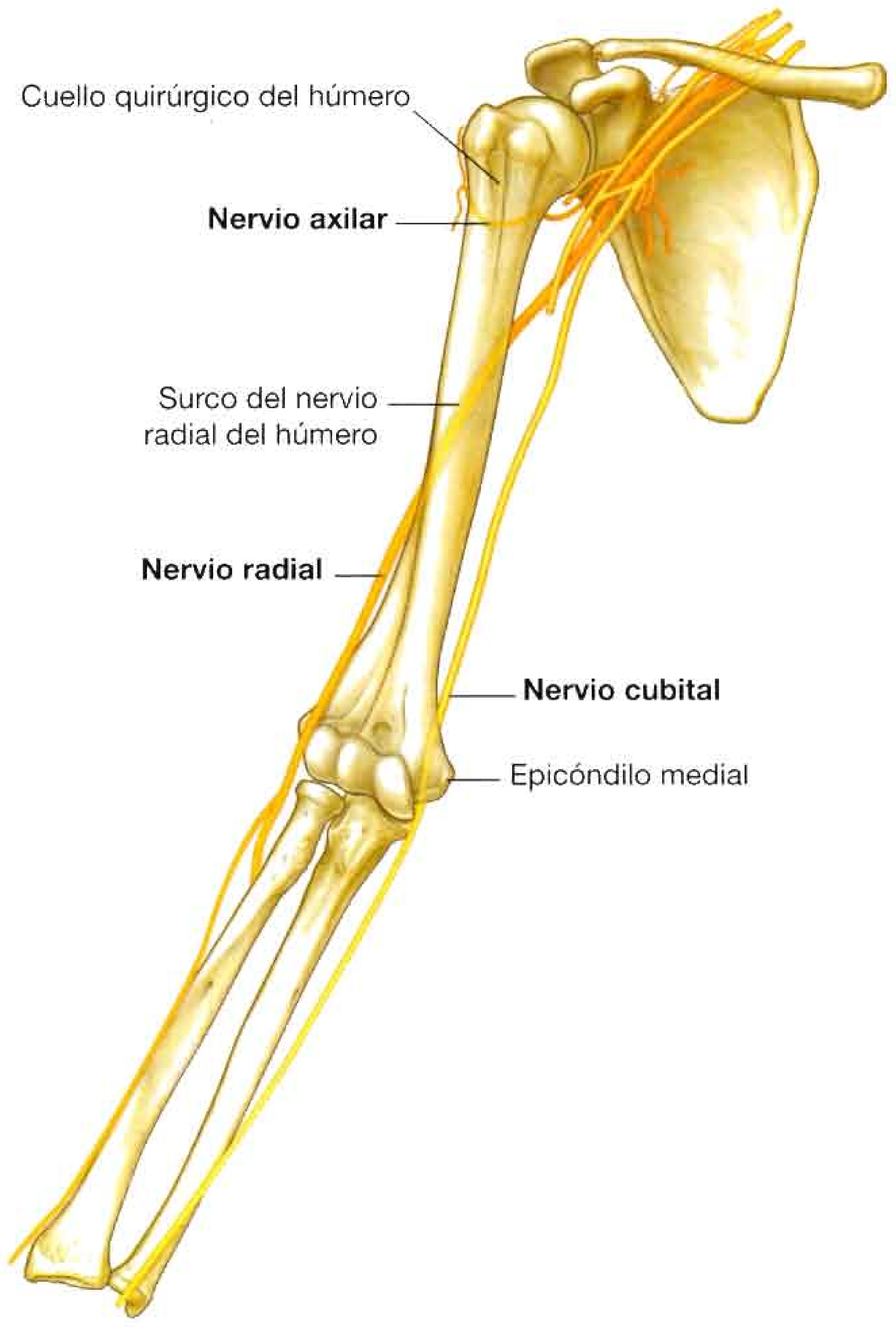


Fig. 7.17 Nervios que se relacionan con el húmero.

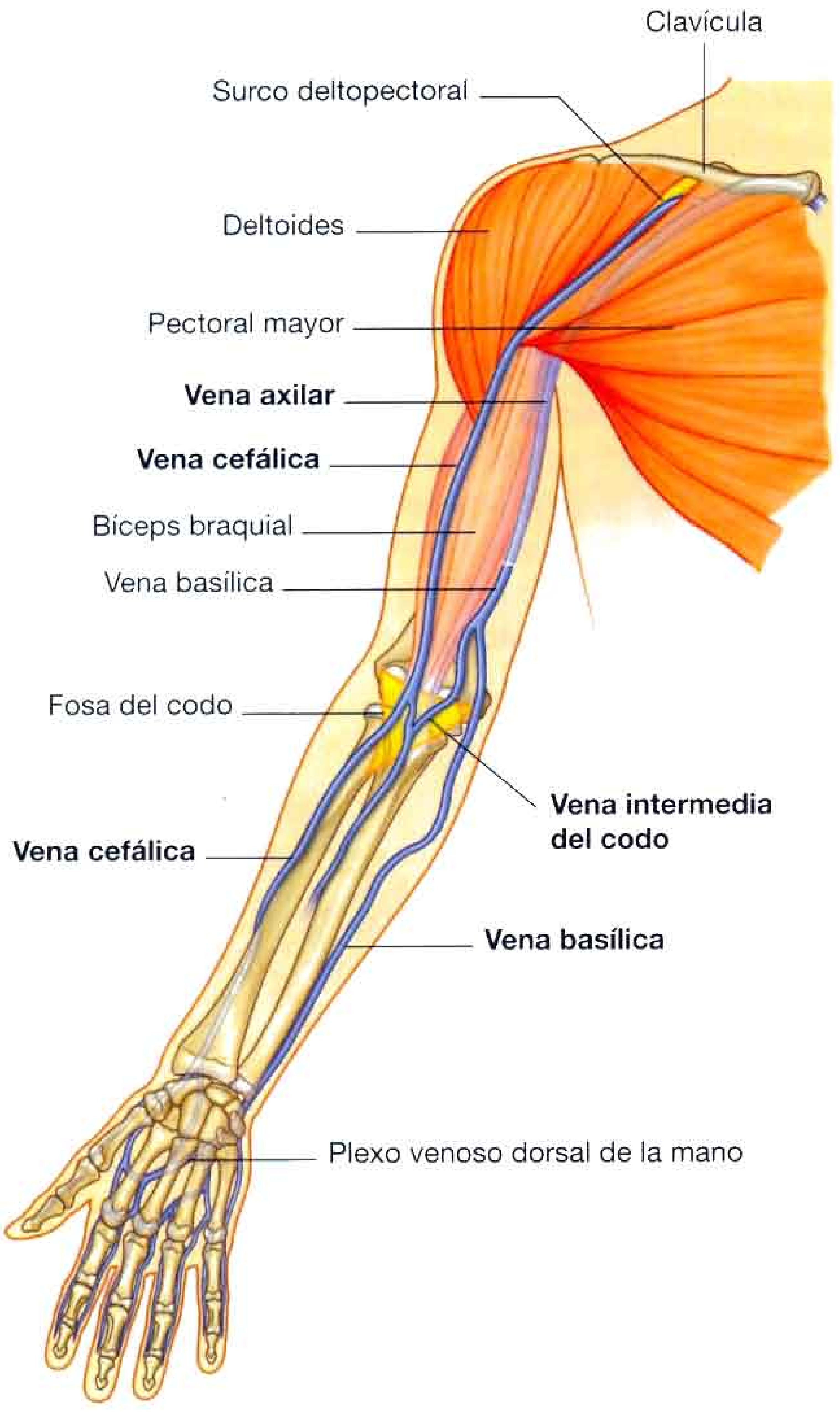


Fig. 7.18 Venas en la fascia superficial de la extremidad superior. La zona de la fosa del codo se muestra en amarillo.

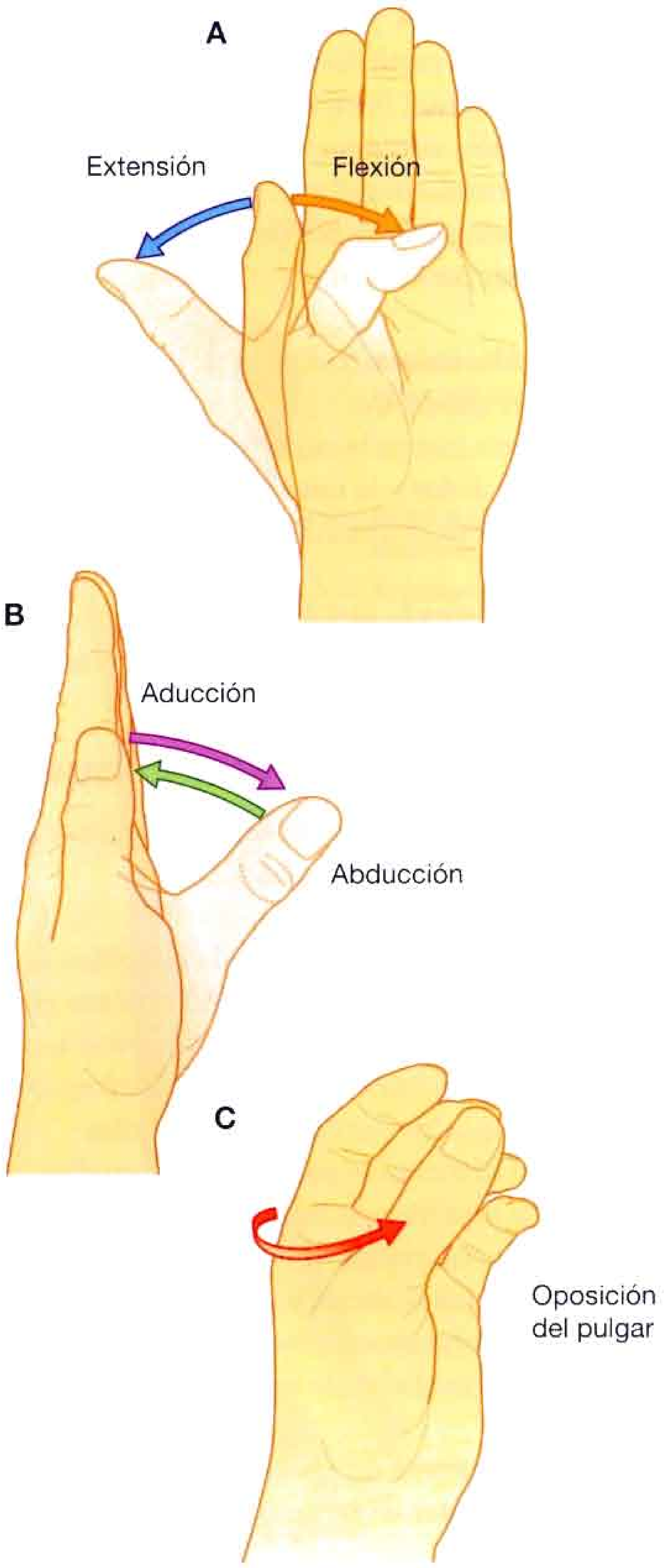


Fig. 7.19 Movimientos del pulgar.

Orientación del pulgar

El pulgar se coloca en ángulo recto respecto de la orientación de los dedos índice, medio, anular y meñique (fig. 7.19). Como resultado, los movimientos del pulgar se producen en ángulos rectos respecto de aquellos de los otros dedos. Por ejemplo, la flexión lleva el pulgar hacia la palma de la mano, mientras que la abducción lo separa de los dedos, en perpendicular a la palma.

Se debe apreciar que, cuando el pulgar se coloca formando un ángulo recto con la palma, sólo una ligera rotación del I metacarpiano en la muñeca desplaza la yema del pulgar a una posición que lo enfrenta directamente a las yemas de los otros dedos. Esta oposición del pulgar es imprescindible para la función normal de la mano.

Anatomía regional

HOMBRO

El hombro es la región de la extremidad superior que se une con el tronco y el cuello.

El esqueleto óseo del hombro está formado por:

- La clavícula y la escápula, que forman la **cintura escapular.**
- El extremo proximal del húmero.

Los músculos superficiales del hombro son el trapecio y el deltoides, que juntos forman un suave contorno muscular en la zona lateral del hombro. Estos músculos conectan la escápula y la clavícula con el tronco y el brazo, respectivamente.

Huesos

Clavícula

La clavícula es la única unión ósea entre el tronco y la extremidad superior. *Se puede palpar en toda su longitud y tiene una suave forma de S. La parte medial es convexa hacia delante y la parte lateral es cóncava hacia delante.* El extremo acromial de la clavícula es plano, mientras que el extremo esternal es más grueso y tiene una ligera forma cuadrangular (fig. 7.20).

El extremo acromial de la clavícula tiene una pequeña carilla ovalada para articularse con una carilla similar ubicada en la superficie medial del acromion de la escápula.

El extremo esternal tiene una carilla más grande para articularse fundamentalmente con el manubrio del esternón, y en una menor extensión con el primer cartílago costal.

En la superficie inferior del tercio lateral de la clavícula se distingue una nítida tuberosidad formada por un tubérculo (el **tubérculo conoideo**) y una rugosidad lateral (la **línea trapezoidea**), que sirven para la inserción de los fundamentales ligamentos coracoclaviculares.

Además, el resto de la superficie y los bordes de la clavícula son rugosos debido a la inserción de los músculos que la conectan con el tronco, el cuello y la extremidad superior. La cara superior es más lisa que la inferior.

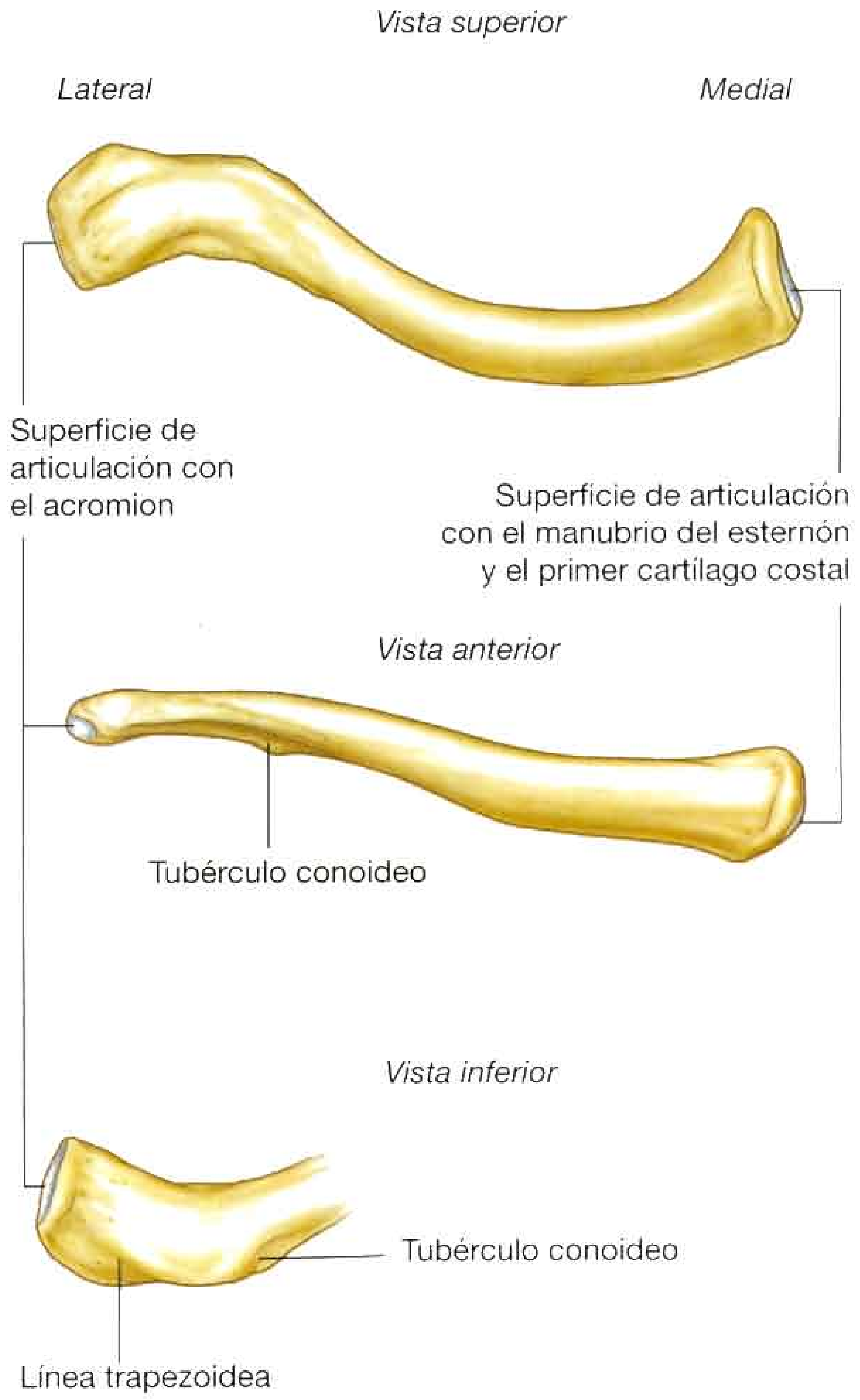


Fig. 7.20 Clavícula.

Escápula

La escápula es un hueso grande, plano y triangular que tiene:

- Tres ángulos (lateral, superior, e inferior).
- Tres bordes (superior, lateral y medial).
- Dos superficies (costal y posterior).
- Tres apófisis (el acromion, la espina y la apófisis coracoides) (fig. 7.21).

El **ángulo lateral** de la escápula está delimitado por la **cavidad glenoidea**, poco profunda y con ligera forma de coma, que se articula con la cabeza del húmero, para formar la articulación glenohumeral (fig. 7.21B y C).

Inferior a la cavidad glenoidea hay una gran rugosidad, con forma triangular (el **tubérculo infraglenoideo**), donde se inserta la cabeza larga del músculo tríceps braquial.

Superior a la cavidad glenoidea se encuentra un tubérculo menos definido, el **tubérculo supraglenoideo**, que es el lugar de inserción de la cabeza larga del músculo bíceps braquial.

La **superficie posterior** de la escápula se divide mediante una prominente **espina** en la **fosa supraespinosa**, pequeña, situada en la zona superior, y **una fosa infraespinosa** mucho mayor, bajo la espina (fig. 7.21A).

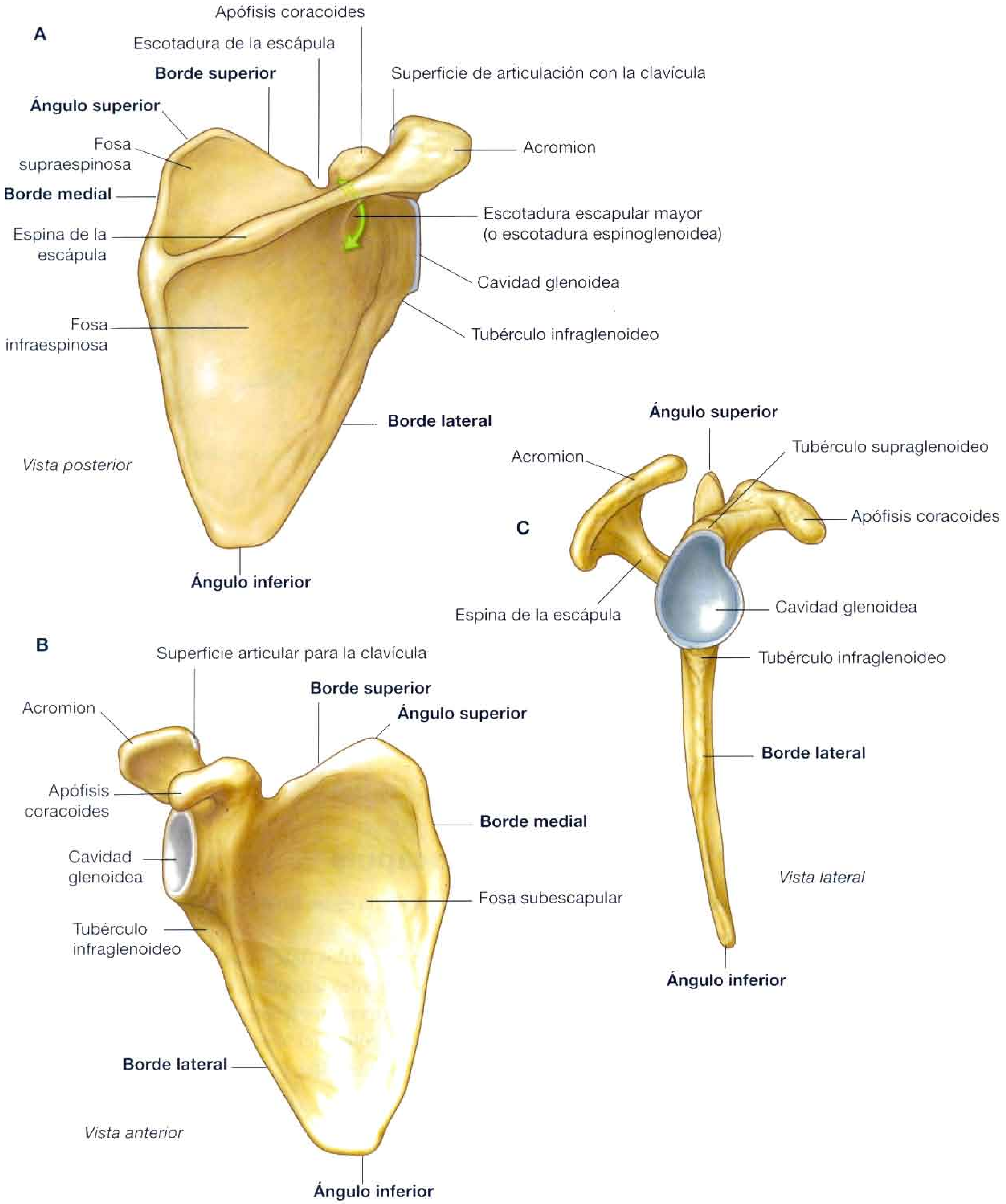


Fig. 7.21 Escápula **A.** Vista posterior de la escápula derecha. **B.** Superficie anterior. **C.** Vista lateral.

El **acromion**, que es una proyección anterolateral de la espina, forma un arco sobre la articulación glenohumeral y se articula, mediante una pequeña carilla ovalada situada en su extremo distal, con la clavícula.

La zona situada entre el ángulo lateral de la escápula y la unión de la espina a la superficie posterior del hueso es la **escotadura mayor de la escápula (escotadura espinoglenoidea)**.

A diferencia de la superficie posterior, la **superficie costal** de la escápula es prácticamente lisa. Casi toda su extensión la constituye una concavidad poco profunda denominada **fosa subescapular** (fig. 7.21B). La superficie costal y los bordes actúan como lugares de inserción muscular, y la superficie costal, junto con el músculo relacionado con ella (el **músculo subescapular**), se pueden mover libremente sobre la pared torácica subyacente.

El borde lateral de la escápula es grueso y resistente, y sirve para la inserción de músculos, mientras que el borde medial y la mayor parte del borde superior son finos y angulosos.

El borde superior está delimitado, en su extremo lateral, por:

- La apófisis coracoides, una estructura con forma de gancho que se dirige anterolateralmente y se sitúa justo inferior a la parte lateral de la clavícula.
- Una pequeña pero nítida **incisura de la escápula**, que se sitúa inmediatamente medial a la raíz de la apófisis coracoides.

En los pacientes se pueden palpar fácilmente la espina y el acromion, al igual que el extremo de la apófisis coracoides, el ángulo inferior y la mayor parte del borde medial de la escápula.

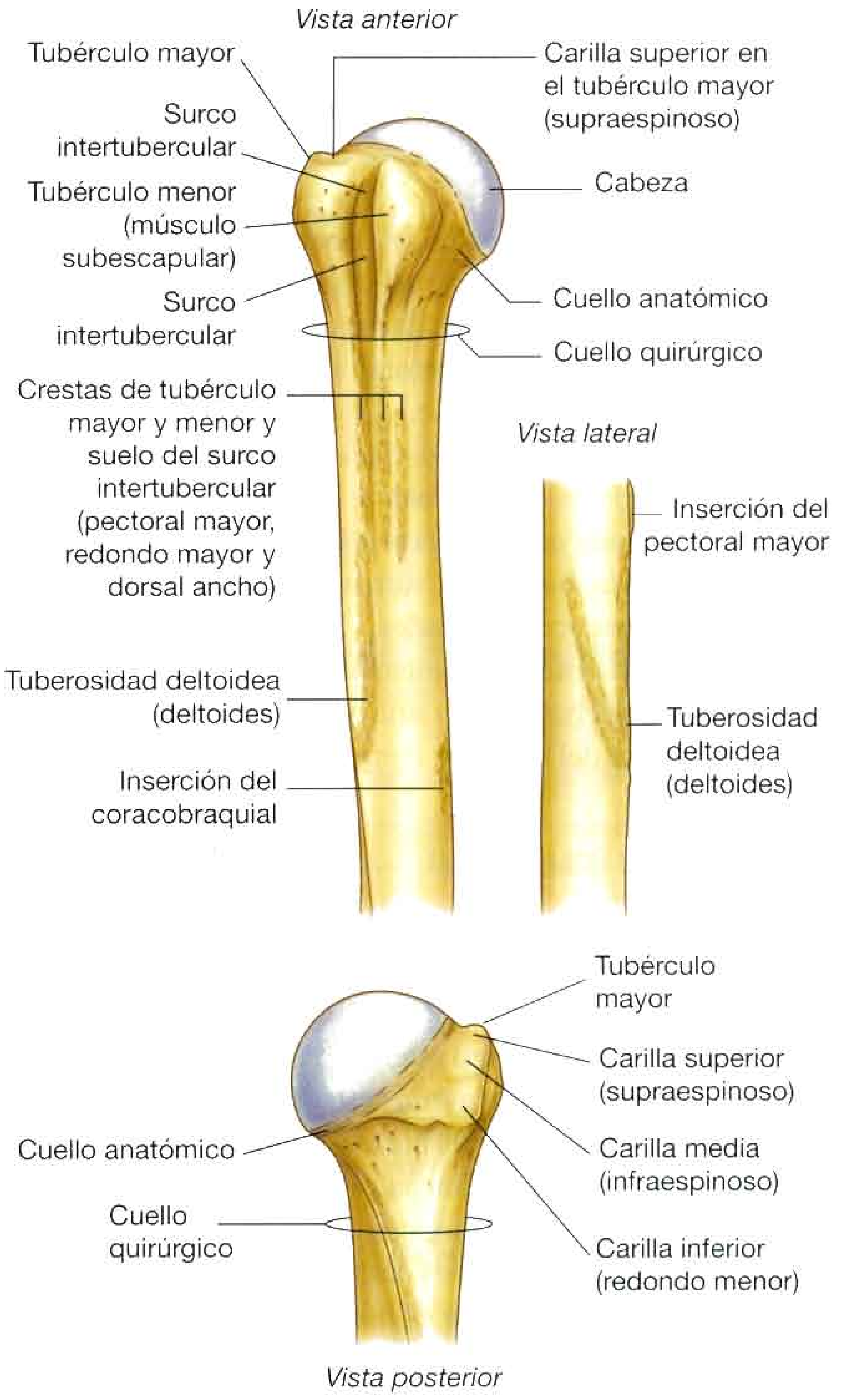


Fig. 7.22 Extremo proximal del húmero derecho.

Extremo proximal del húmero

El extremo proximal del húmero está formado por la cabeza, el cuello anatómico, los tubérculos mayor y menor, el cuello quirúrgico y la mitad superior del cuerpo (diáfisis) del húmero (fig. 7.22).

La **cabeza** tiene forma semiesférica, y se proyecta en sentido medial y algo superior para articularse con la cavidad glenoidea de la escápula, que es mucho menor que ella.

El **cuello anatómico** es muy corto y está formado por un pequeño estrechamiento situado inmediatamente distal a la cabeza. Se ubica entre la cabeza y los tubérculos mayor y menor en la zona lateral, y entre la cabeza y la diáfisis en la zona más medial.

Tubérculos mayor y menor

Los **tubérculos mayor** y **menor** son unas estructuras prominentes situadas en el extremo proximal del húmero, y sirven como lugares de inserción para los cuatro músculos del manguito de los rotadores de la articulación glenohumeral.

El tubérculo mayor está situado en la zona lateral. Sus caras superior y posterior están delimitadas por tres carillas lisas y grandes que sirven para la inserción de tendones musculares:

- La carilla superior sirve de inserción al músculo supraespinoso.
- La carilla media es para la inserción del infraespinoso.
- La carilla inferior es para la inserción del redondo menor.

El tubérculo menor está situado en la zona anterior, y en su superficie hay una gran marca lisa para la inserción del músculo subescapular.

Un profundo **surco intertubercular** (la **corredera bicipital**) separa los tubérculos mayor y menor y se continúa inferiormente por la zona proximal de la diáfisis del húmero (fig. 7.22). El tendón de la cabeza larga del bíceps braquial pasa por este surco.

En los labios lateral (cresta del tubérculo mayor) y medial (cresta del tubérculo menor), así como en el suelo del surco intertubercular existen rugosidades que marcan los sitios de inserción de los músculos pectoral mayor, redondo mayor y dorsal ancho, respectivamente.

La cresta del tubérculo mayor se continúa en dirección inferior con la tuberosidad deltoidea, una gran rugosidad con forma de V situada en la superficie lateral del húmero, en el punto medio de la diáfisis del húmero (fig. 7.22), que es donde se inserta el músculo deltoides.

Aproximadamente en la misma posición, pero en la superficie medial del hueso, hay una delgada rugosidad vertical para la inserción del músculo coracobraquial.

Cuello quirúrgico

Una de las características más significativas del extremo proximal del húmero es el **cuello quirúrgico** (fig. 7.22). Esta región se orienta en el plano horizontal entre la parte proximal más ancha del húmero (cabeza, cuello anatómico y tubérculos) y la diáfisis, que es más estrecha. El nervio axilar y la arteria circunfleja humeral posterior, que llegan a la región deltoidea desde la axila, lo hacen por la zona inmediatamente posterior del cuello quirúrgico. *Como el cuello quirúrgico es más frágil que las regiones más proximales del hueso, es uno de los sitios por donde el húmero suele fracturarse. El nervio (axilar) y la arteria (circunfleja humeral posterior) relacionados con esta región pueden lesionarse cuando se fractura esta zona.*

Articulaciones

En el hombro hay tres articulaciones: esternoclavicular, acromioclavicular y glenohumeral.

Las articulaciones esternoclavicular y acromioclavicular unen los dos huesos de la cintura escapular entre sí y con el tronco. La combinación de los movimientos en estas dos articulaciones permite que la escápula se coloque en diferentes posiciones respecto de la pared torácica, con lo que se incrementan notablemente los lugares «donde llega» la extremidad superior.

La articulación glenohumeral es la existente entre el húmero y la escápula.

Articulación esternoclavicular

La **articulación esternoclavicular** se establece entre el extremo proximal de la clavícula y la **escotadura clavicular** del **manubrio del esternón**, junto con una pequeña parte del primer cartílago costal (fig. 7.23). Es una articulación sinovial y en silla de montar. La cavidad articular se encuentra separada por completo en dos compartimentos por un disco articular. La articulación esternoclavicular permite el movimiento de la clavícula, sobre todo en los planos anteroposterior y vertical, aunque también se produce cierto grado de rotación.

La articulación esternoclavicular está rodeada por una cápsula articular que se encuentra reforzada por cuatro ligamentos:

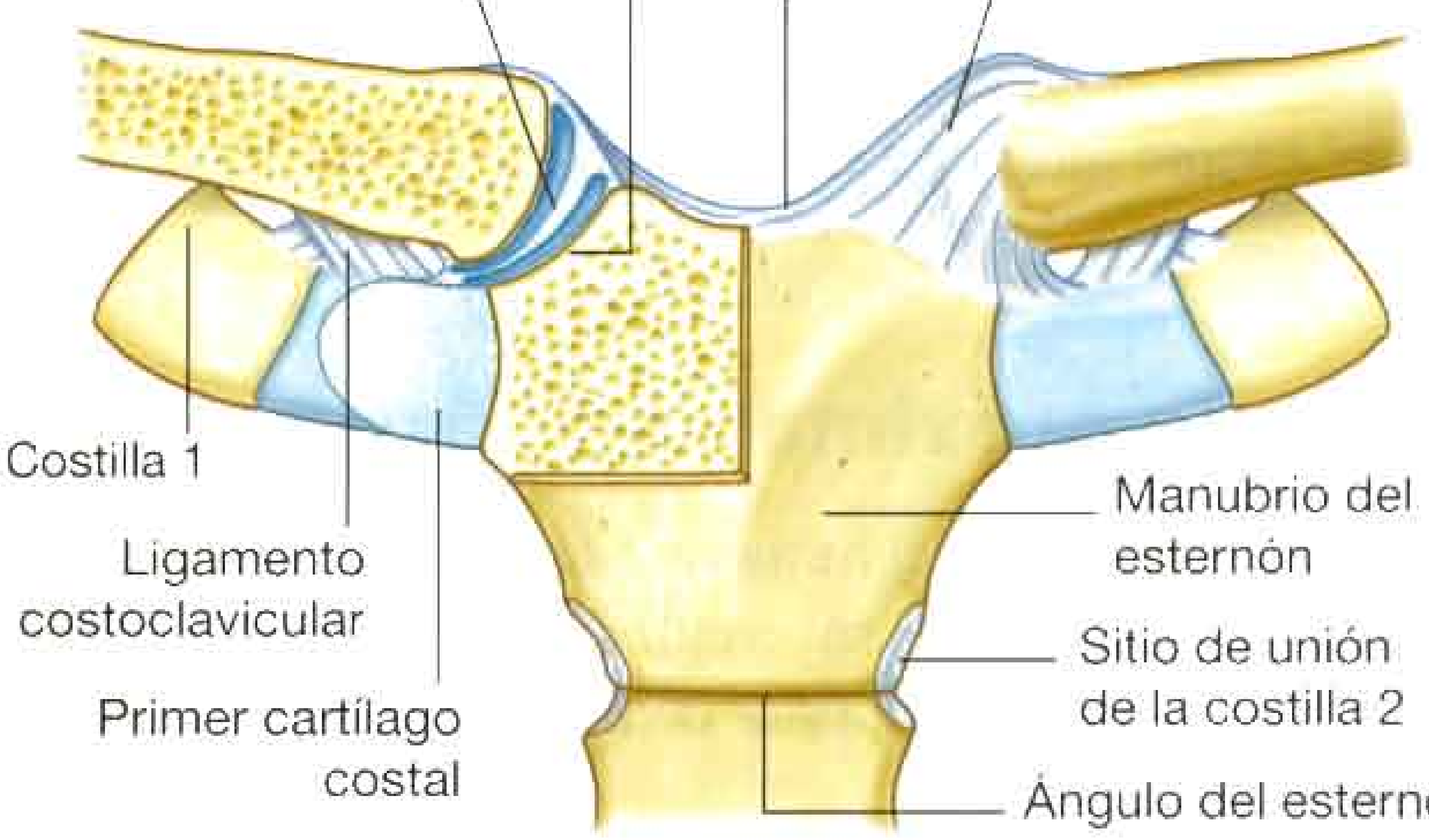


Fig. 7.23 Articulación esternoclavicular.

Conceptos prácticos

Fractura del extremo proximal del húmero

Es muy infrecuente que se produzcan fracturas en el cuello anatómico del húmero, debido a que el trayecto de dicha fractura tendría que atravesar la zona más gruesa del hueso. Por lo general, las fracturas se producen en torno al cuello quirúrgico del húmero. Aunque con este tipo de fracturas se podrían lesionar el nervio axilar y la arteria circunfleja humeral posterior, esto no suele ocurrir. Se debe explorar el nervio axilar antes de reducir la fractura para asegurarse de que ésta no ha lesionado el nervio, y de que el tratamiento por sí mismo no produzca un déficit neurológico.

- Los **ligamentos esternoclaviculares anterior** y **posterior**, que se sitúan anterior y posterior a la articulación, respectivamente.
- Un **ligamento interclavicular**, que une los extremos de las clavículas entre sí, y a la cara superior del manubrio del esternón.
- El **ligamento costoclavicular**, que se sitúa lateral a la articulación y une el extremo proximal de la clavícula con la primera costilla y con el primer cartílago costal.

Articulación acromioclavicular

La articulación acromioclavicular es una pequeña articulación sinovial que se encuentra entre una pequeña carilla ovalada, situada en la superficie medial del acromion, y una carilla similar ubicada en el extremo acromial de la clavícula (fig. 7.24). Esta articulación permite que se realicen movimientos en los planos anteroposterior y vertical, y cierto grado de rotación axial.

La articulación acromioclavicular está rodeada por una cápsula articular y se encuentra reforzada por:

- Un pequeño **ligamento acromioclavicular** superior a la articulación y que une las zonas adyacentes de la clavícula y el acromion.
- Un **ligamento coracoclavicular** mucho mayor, que no está directamente relacionado con la articulación, pero que constituye un destacado y resistente ligamento accesorio, porque proporciona la mayoría del **soporte del peso** de la extremidad superior en la clavícula y mantiene la posición de dicho hueso respecto del acromion. Este ligamento se extiende entre la apófisis coracoides de la escápula y la superficie inferior del extremo acromial de la clavícula y está compuesto por el ligamento trapezoideo, situado anterior (que se une a la línea trapezoidea de la clavícula) y un ligamento conoideo, situado posterior (que se une al tubérculo conoideo de la clavícula).

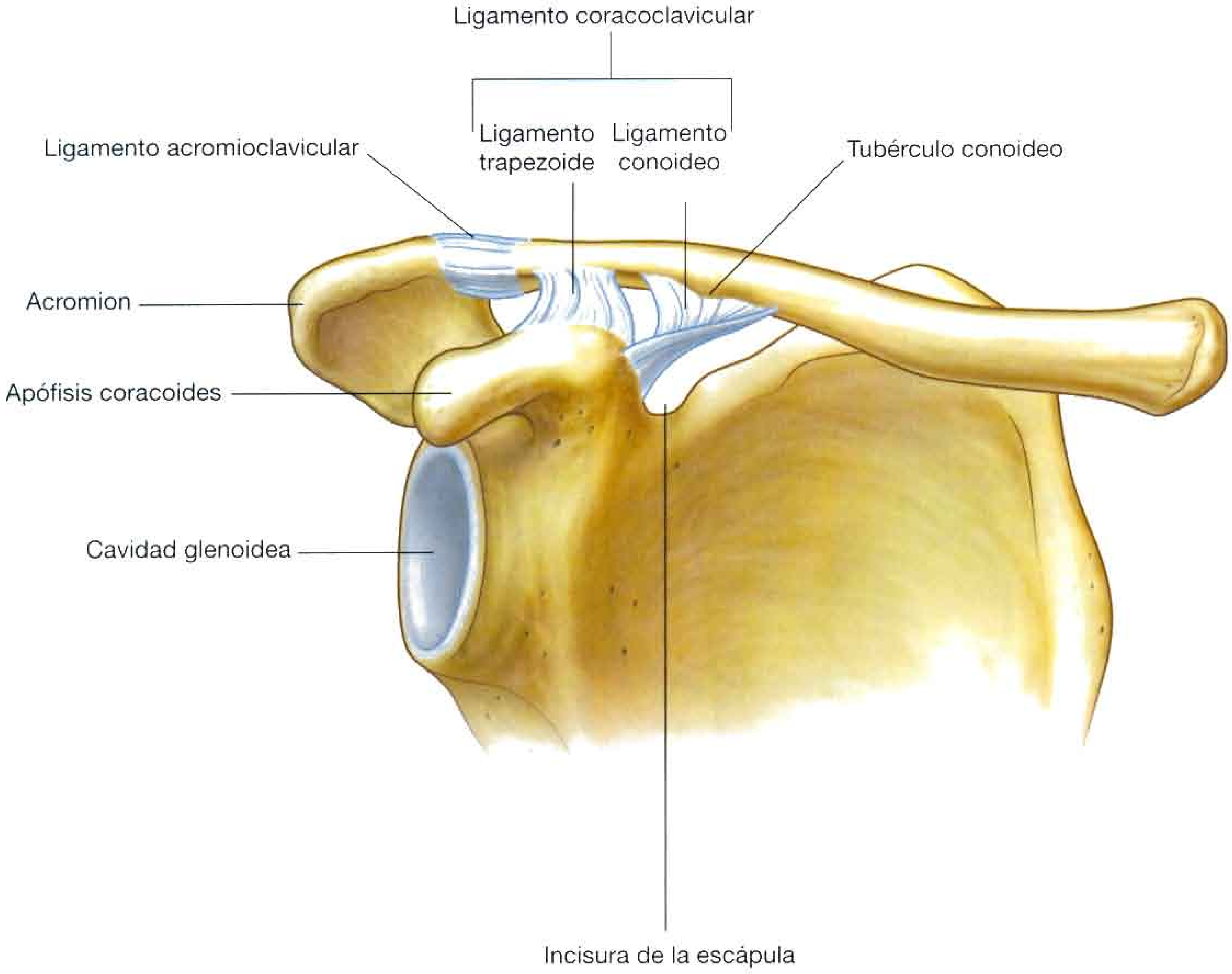


Fig. 7.24 Articulación acromioclavicular derecha.

Articulación glenohumeral

La **articulación glenohumeral** es de tipo sinovial en hueco y bola y se forma entre la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea de la escápula (fig. 7.25). Es multiaxial y dispone de un amplio rango de movimientos, que se consiguen a costa de la estabilidad de los huesos. En su lugar, la estabilidad articular se debe al manguito de los rotadores, la cabeza larga del músculo bíceps braquial y las apófisis óseas y los ligamentos extracapsulares relacionados. Los movimientos de esta articulación son: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación medial, rotación lateral y circunducción.

Las superficies articulares de la articulación glenohumeral son, por un lado, la gran cabeza esférica del húmero y, por otro lado, la pequeña cavidad glenoidea de la escápula (fig. 7.25). Ambas superficies están cubiertas por cartílago hialino.

La cavidad glenoidea aumenta su profundidad y su superficie periférica gracias a un collar fibrocartilaginoso (el **rodete glenoideo**), que se une a su borde. Por la zona superior, este rodete se continúa con el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial, que se une al tubérculo supraglenoideo y pasa por la cavidad articular superior a la cabeza del húmero.

La membrana sinovial se une a los bordes de las superficies articulares y recubre la membrana fibrosa de la cápsula articular (fig. 7.26). Esta membrana sinovial es más laxa en la zona inferior. La zona redundante de la membrana sinovial y la membrana fibrosa asociada se adaptan a los movimientos de abducción del brazo.

La membrana sinovial sobresale por unas aberturas de la membrana fibrosa para formar bolsas sinoviales, que se disponen entre los tendones de los músculos circundantes y la membrana fibrosa. La más constante de estas bolsas es la **bolsa subtendinosa del músculo subescapular**, que se sitúa entre el músculo subescapular y la membrana fibrosa. La membrana sinovial también se pliega alrededor del tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial en la articulación y se extiende a lo largo del tendón en su paso por el surco intertubercular. Todas estas estructuras sinoviales disminuyen la fricción entre los tendones y la cápsula articular y el hueso adyacentes.

Además de estas bolsas que se comunican con la cavidad articular mediante aberturas de la membrana fibrosa, otras bolsas están asociadas con la articulación, pero no se conectan con ella. Éstas se sitúan:

- Entre el deltoides y el músculo supraespinoso y la cápsula articular (la **bolsa subacromial**).
- Entre el acromion y la piel.
- Entre la apófisis coracoides y la cápsula articular.

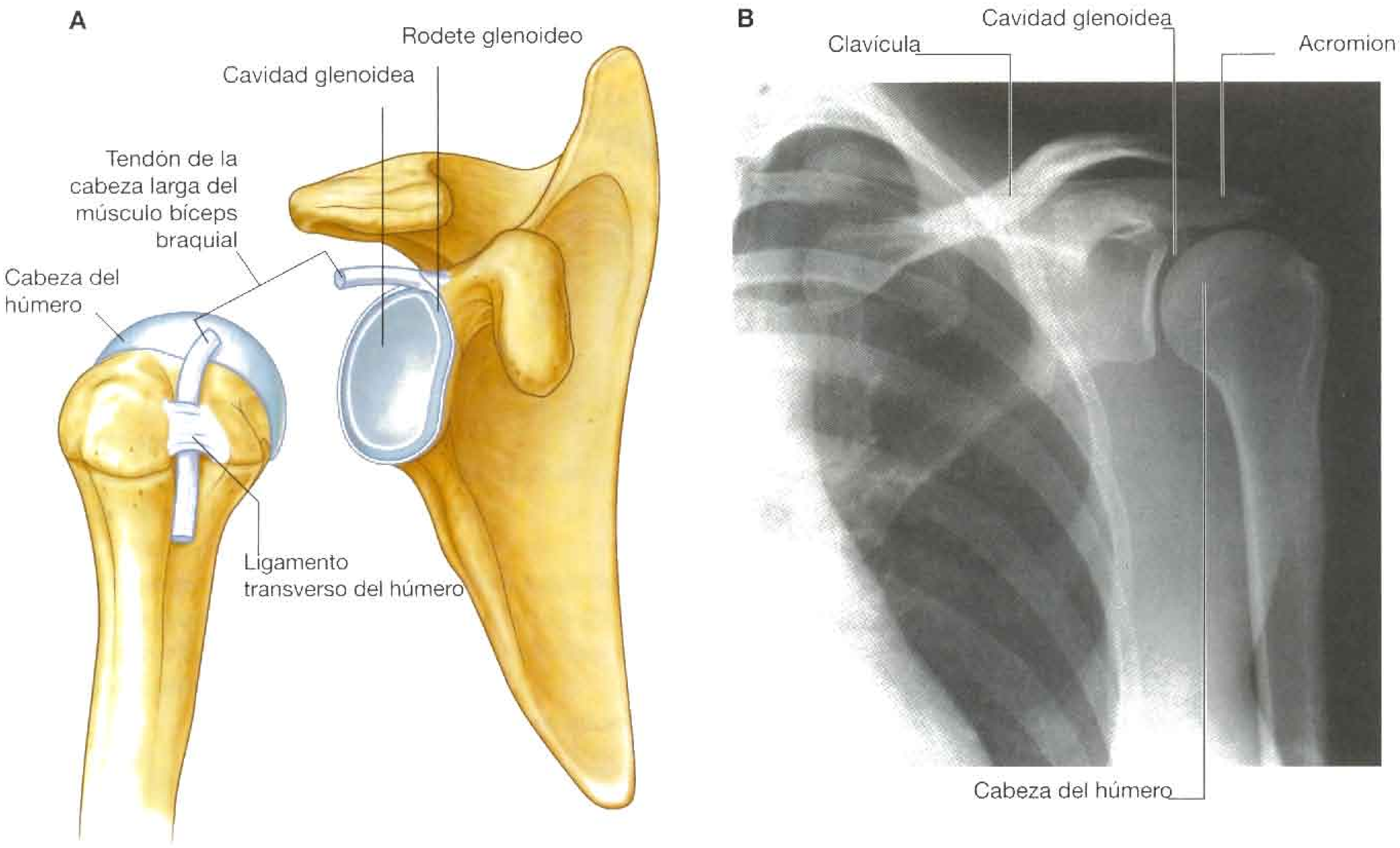


Fig. 7.25 Articulación glenohumeral. **A.** Superficies articulares de la articulación glenohumeral derecha. **B.** Radiografía de una articulación glenohumeral normal.

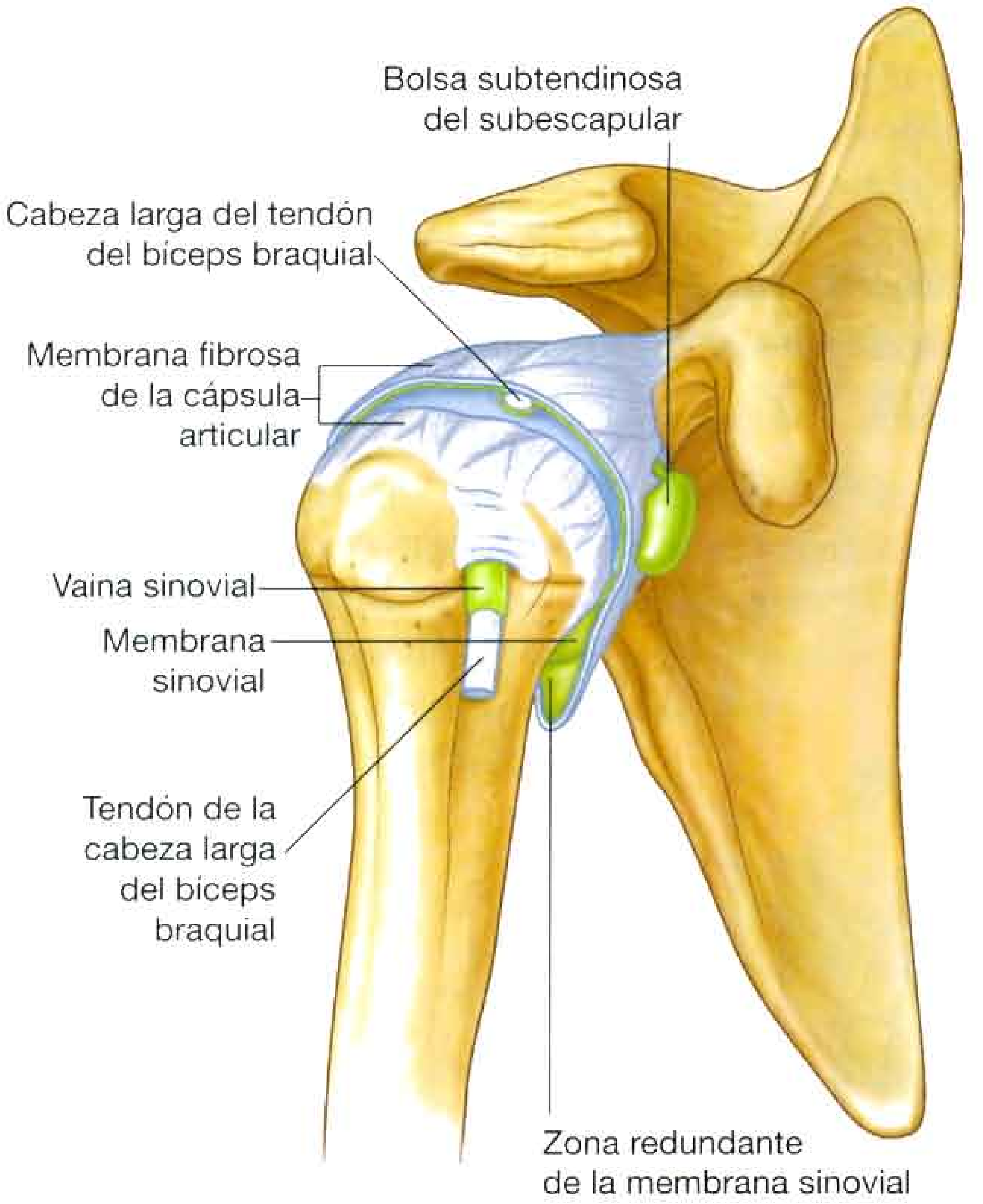


Fig. 7.26 Membrana sinovial y cápsula articular de la articulación glenohumeral derecha.

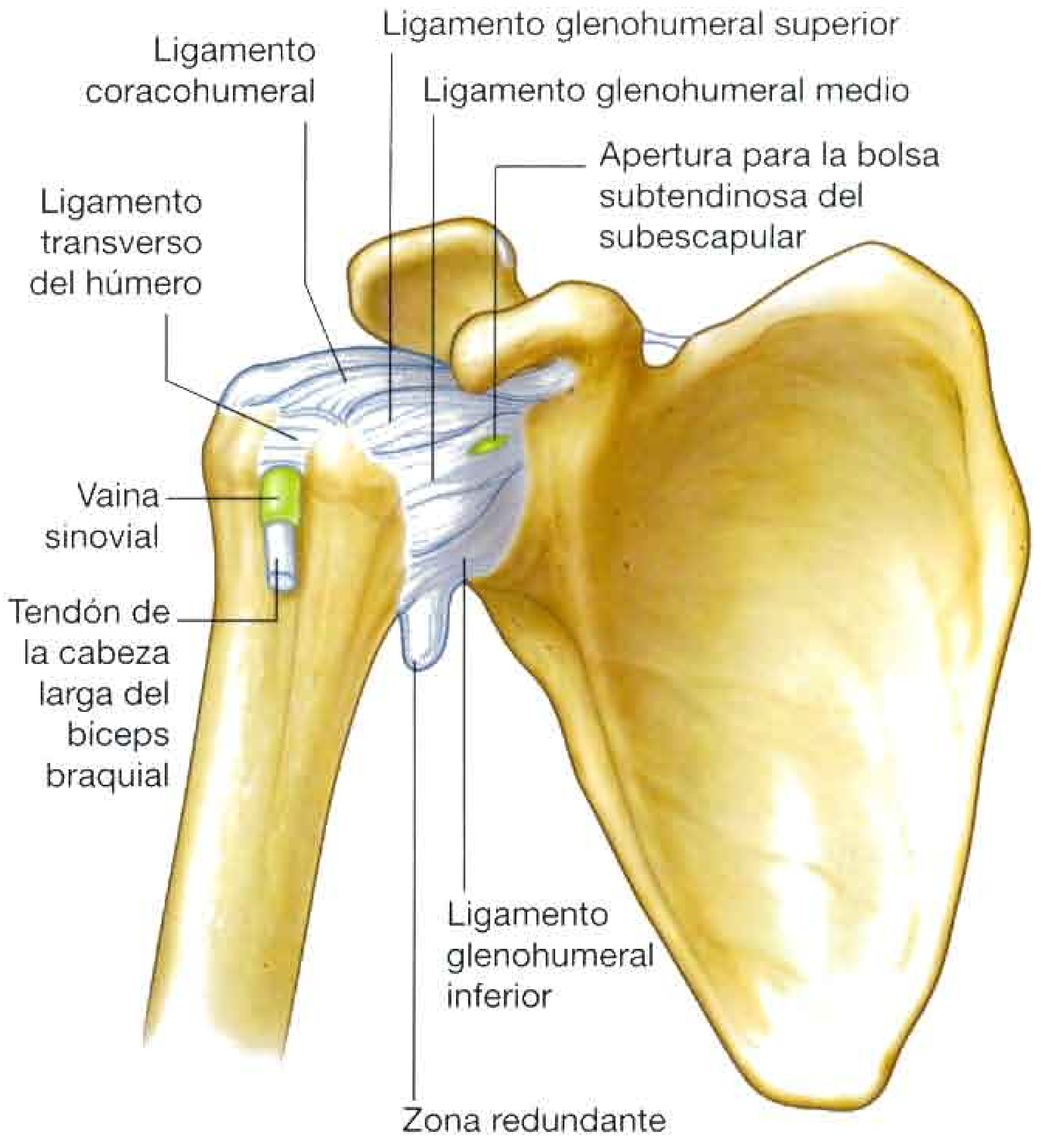


Fig. 7.27 Cápsula de la articulación glenohumeral derecha.

- En relación con los tendones de los músculos que rodean la articulación (músculos coracobraquial, redondo mayor, cabeza larga del tríceps braquial y dorsal ancho).

La membrana fibrosa de la cápsula articular se une al borde de la cavidad glenoidea (por fuera de la inserción del rodete glenoideo y de la cabeza larga del músculo bíceps braquial) y al cuello anatómico del húmero (fig. 7.27).

En el húmero, la inserción medial se produce en una zona inferior al cuello y se extiende sobre la diáfisis. En esta región, la membrana fibrosa también es más laxa o está plegada cuando el brazo se encuentra en posición anatómica. Esta zona redundante de la membrana fibrosa se adapta durante la abducción del brazo.

Las aberturas de la membrana fibrosa aportan la continuidad de la cavidad articular con las bolsas que se sitúan entre la cápsula articular y los músculos circundantes y los situados alrededor del tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial en el surco intertubercular.

La membrana fibrosa de la cápsula articular se encuentra engrosada:

- En la zona anterosuperior en tres localizaciones para formar los **ligamentos glenohumerales superior, medio** e **inferior,** que pasan entre el borde superomedial de la cavidad glenoidea hacia el tubérculo menor y en dirección inferior se relacionan con el cuello anatómico del húmero (fig. 7.27).
- En la zona superior, entre la raíz de la apófisis coracoides y el tubérculo mayor del húmero (el **ligamento coracohumeral**).
- Entre los tubérculos mayor y menor del húmero **(ligamento transverso del húmero)**: este ligamento mantiene el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial en el surco intertubercular (fig. 7.27).

La estabilidad de la articulación se consigue gracias a los tendones de los músculos circundantes y al arco óseo que se forma en la zona superior por la apófisis coracoides y el acromion y los ligamentos coracoacromiales (fig. 7.28).

Los tendones de los músculos del manguito de los rotadores (músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular) se entremezclan con la cápsula articular y

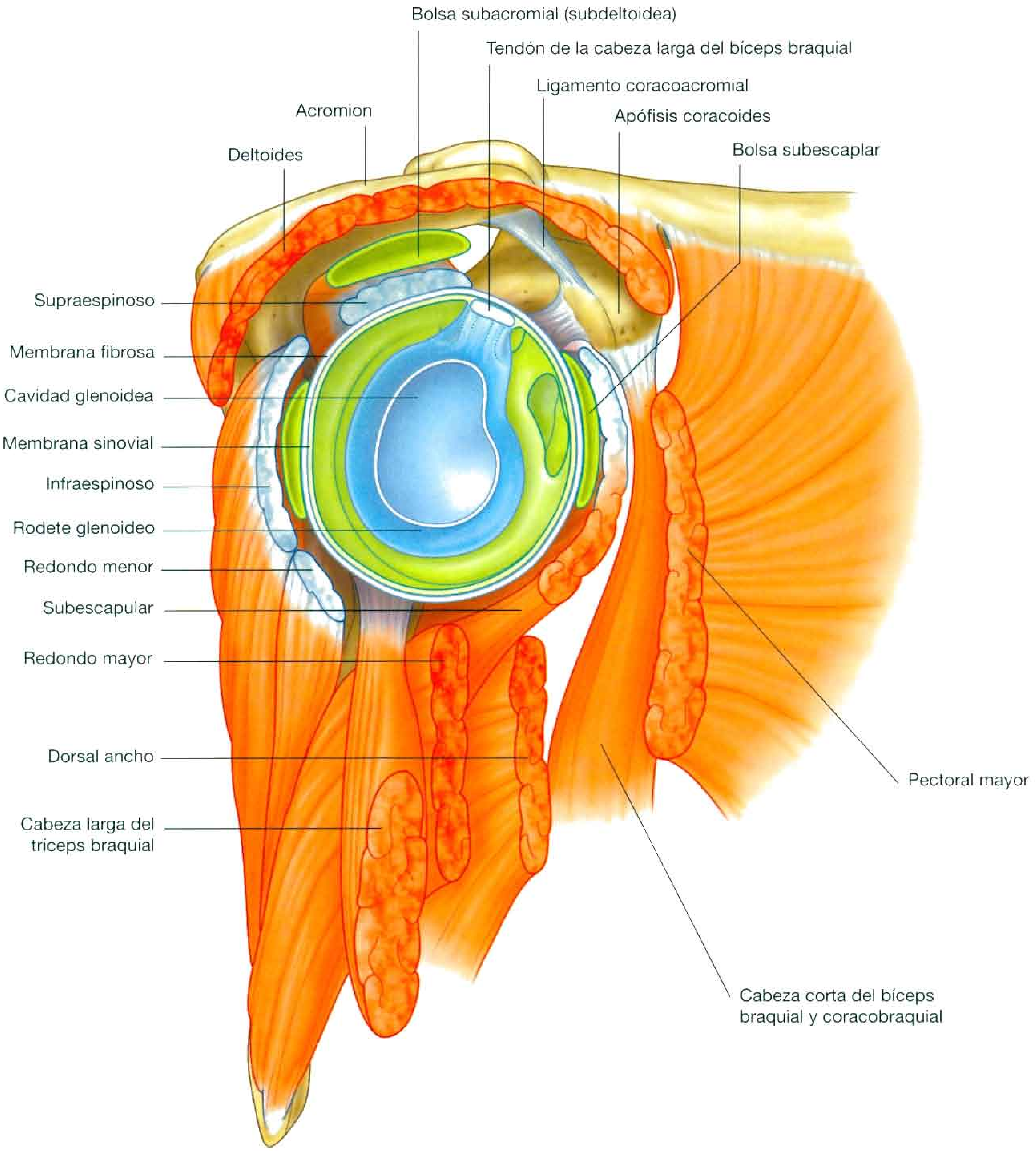


Fig. 7.28 Vista lateral de la articulación glenohumeral derecha y los músculos de alrededor, en la que se ha retirado el extremo proximal del húmero.

forman un collar musculotendinoso que rodea las caras posterior, superior y anterior de la articulación glenohumeral (figs. 7.28 y 7.29). Este manguito de músculos estabiliza y mantiene la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea de la escápula, sin comprometer la flexibilidad del brazo ni su amplitud de movimientos. El tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial pasa por la zona superior a través de la articulación y limita el movimiento ascendente de la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea.

La irrigación vascular de la articulación glenohumeral proviene sobre todo de ramas de las arterias circunflejas humerales anterior y posterior y de la arteria supraescapular.

La articulación glenohumeral está inervada por ramos del fascículo posterior del plexo braquial, y por los nervios supraescapular, axilar y pectoral lateral.

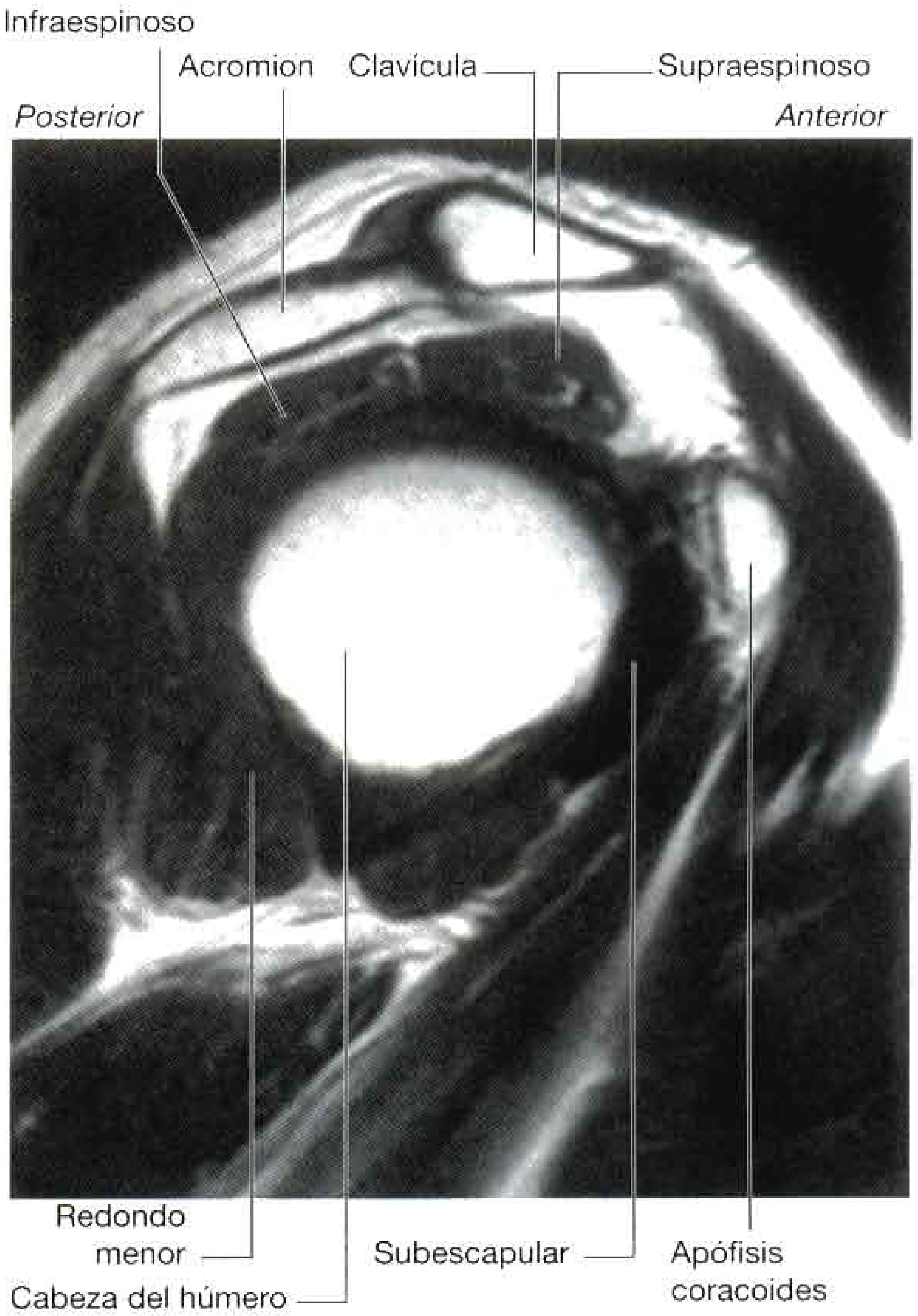


Fig. 7.29 Imagen de resonancia magnética (potenciada en T1) de una articulación glenohumeral normal en el plano sagital.

Conceptos prácticos

Fracturas de la clavícula y luxaciones de las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular

La clavícula establece la continuidad ósea entre la extremidad superior y el tórax. Debido a su tamaño relativo y a las fuerzas que se pueden transmitir de la extremidad superior al tronco, no es sorprendente que se suela fracturar. El lugar típico de fractura es el tercio medio. Los tercios medial y lateral no suelen fracturarse.

El extremo acromial de la clavícula tiende a luxarse en la articulación acromioclavicular cuando se producen traumatismos (fig. 7.30). El tercio externo de la clavícula se une a la escápula mediante los ligamentos conoideo y trapezoideo (ligamento coracoclavicular).

Los traumatismos leves suelen desgarrar la cápsula articular fibrosa y los ligamentos de la articulación acromioclavicular. En la radiografía se aprecia la separación de la articulación acromioclavicular. Los traumatismos más graves rompen los ligamentos conoideo y trapezoideo, con lo que se produce una elevación y subluxación hacia arriba de la clavícula.

La lesión típica del extremo medial de la clavícula es una luxación anterior o posterior de la articulación esternoclavicular. Se debe saber que una luxación posterior de la clavícula puede afectar a los grandes vasos del mediastino superior y comprimirlos o romperlos.

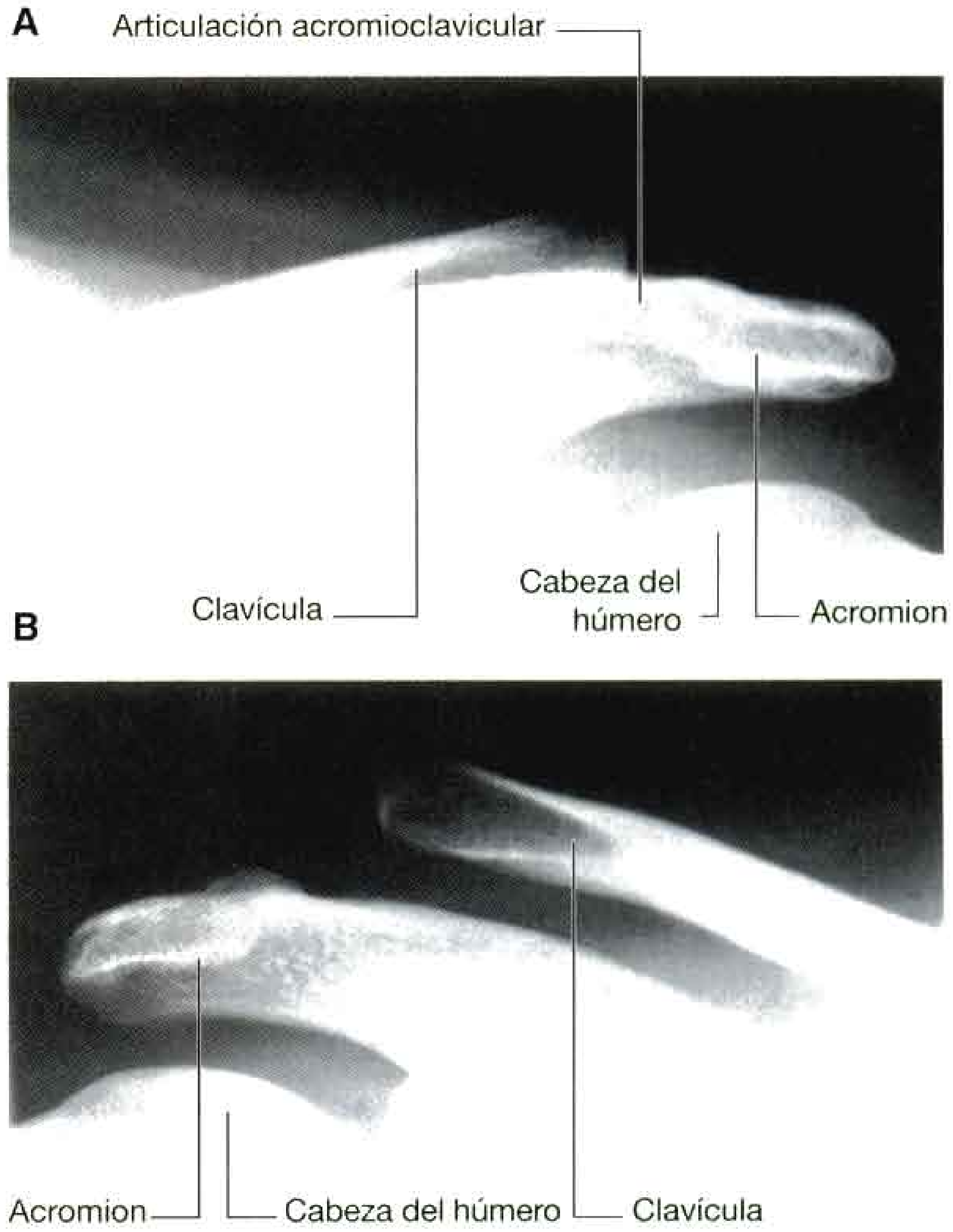


Fig. 7.30 Radiografías de la articulación acromioclavicular. **A.** Articulación acromioclavicular izquierda normal. **B.** Articulación acromioclavicular derecha luxada.

Conceptos prácticos

Luxaciones de la articulación glenohumeral
La articulación glenohumeral es muy móvil, lo que permite un amplio rango de movimientos, a expensas de su estabilidad. La cavidad glenoidea es una cavidad ósea relativamente pequeña, que se complementa con un rodete glenoideo fibrocartilaginoso menos fuerte, y un soporte ligamentoso, que la hace susceptible a las luxaciones.

La luxación más frecuente es la anterior (fig. 7.31) y se suele asociar con traumatismos aislados (clínicamente, todas las luxaciones anteriores son anteroinferiores). En algunos casos, la parte anteroinferior del rodete glenoideo se desgarra y puede acompañarse de la lesión de un pequeño fragmento óseo. Una vez que la cápsula articular y el cartílago se han lesionado, la articulación es más susceptible de padecer nuevas luxaciones (recurrentes). Cuando se produce una luxación anteroinferior, la cabeza del húmero puede comprimir de forma directa el nervio axilar, a su paso por el espacio cuadrangular, y lesionarlo. Además, el efecto de «alargamiento» del húmero puede distender el nervio radial, que está firmemente unido al surco del nervio radial, y producir una parálisis del mismo. En ocasiones una luxación anterioinferior se asocia con fractura, y puede requerir reducción quirúrgica.

La luxación posterior es muy infrecuente; cuando se produce, el médico debe identificar la causa. La más frecuente es una contracción muscular muy vigorosa, que se puede relacionar con las convulsiones producidas por electrocución.

Fig. 7.31 Radiografía que muestra una luxación anterior de la articulación glenohumeral izquierda.

Conceptos prácticos

Alteraciones del manguito de los rotadores
Las dos alteraciones principales del manguito de los rotadores son el pinzamiento y la alteración del tendón. El músculo que se afecta con mayor frecuencia es el supraespinoso, a su paso entre el acromion y el ligamento acromioclavicular. Este espacio, por el que discurre el tendón del supraespinoso, tiene unas dimensiones fijas. La inflamación del músculo supraespinoso, el exceso de líquido en la bolsa subacromial/subdeltoidea o la presencia de espolones óseos subacromiales pueden producir un pinzamiento significativo cuando el brazo se abduce.

La irrigación del tendón del supraespinoso es relativamente escasa. Los traumatismos repetidos, en determinadas circunstancias, hacen que el tendón sea susceptible de sufrir cambios degenerativos, que pueden conducir al depósito de calcio y provocar mucho dolor.

Cuando el tendón del supraespinoso ha sufrido cambios degenerativos considerables, es más susceptible a los traumatismos y a sufrir desgarros parciales o totales (fig. 7.32). Estos desgarros son más frecuentes en los ancianos y pueden dificultar en gran medida algunas actividades de la vida diaria, como peinarse. Sin embargo, los desgarros completos pueden ser totalmente asintomáticos.

Fig. 7.32 Ecografía de un hombro (vista lateral) que muestra un desgarro del tendón del músculo supraespinoso.

Conceptos prácticos

Existe una bolsa situada entre los músculos supraespinoso y deltoides en la zona lateral y el acromion en la zona medial, que se denomina clínicamente bolsa subacromial subdeltoidea. En los pacientes que hayan sufrido traumatismos del hombro o tendinitis del supraespinoso, esta bolsa se puede inflamar, lo que hace que los movimientos de la articulación glenohumeral resulten dolorosos. Estos cambios inflamatorios pueden tratarse mediante la inyección de un corticoide y un anestésico local (fig. 7.33).

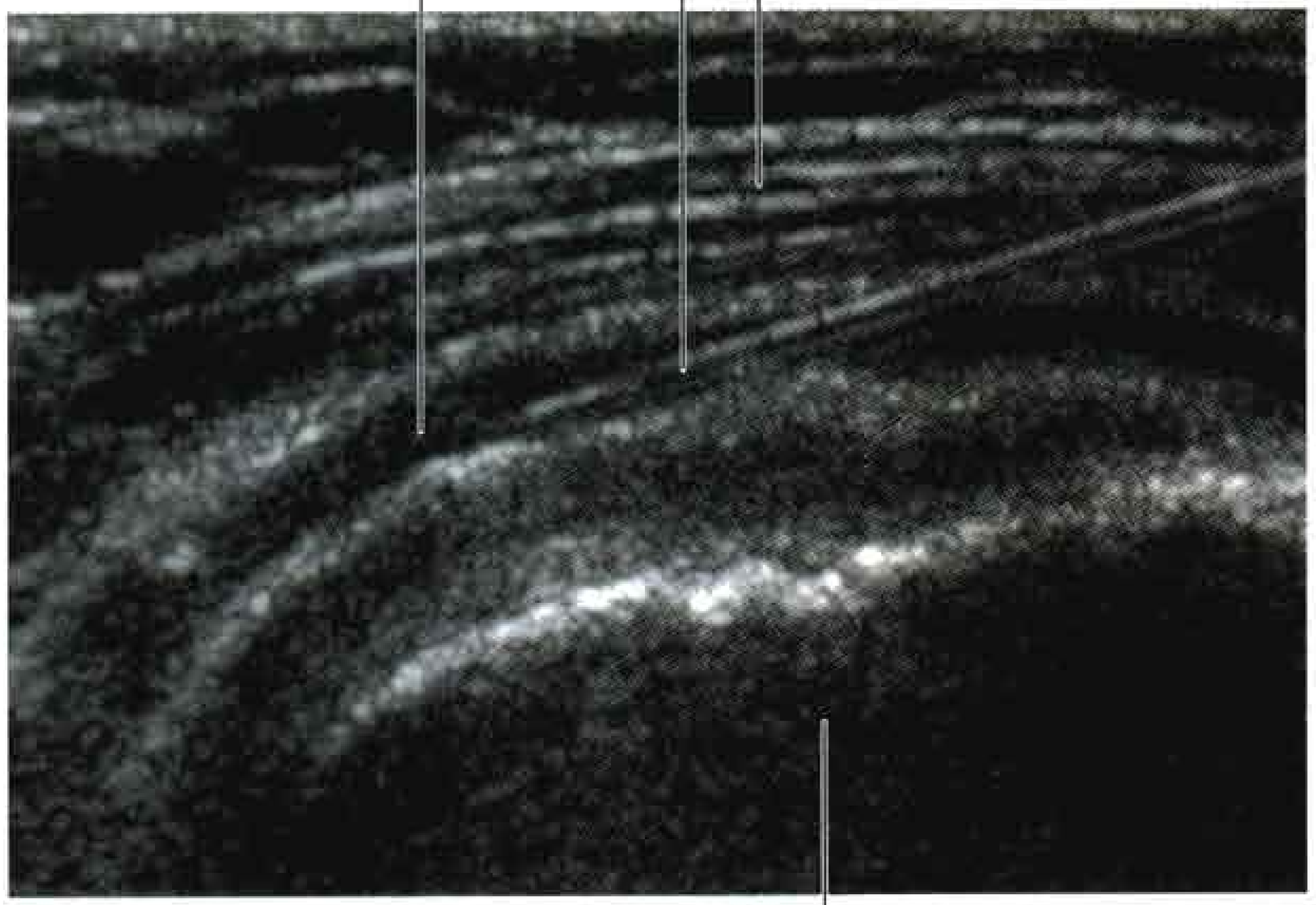


Fig. 7.33 Ecografía de un hombro que muestra el emplazamiento de una aguja en la bolsa subdeltoidea/subacromial.

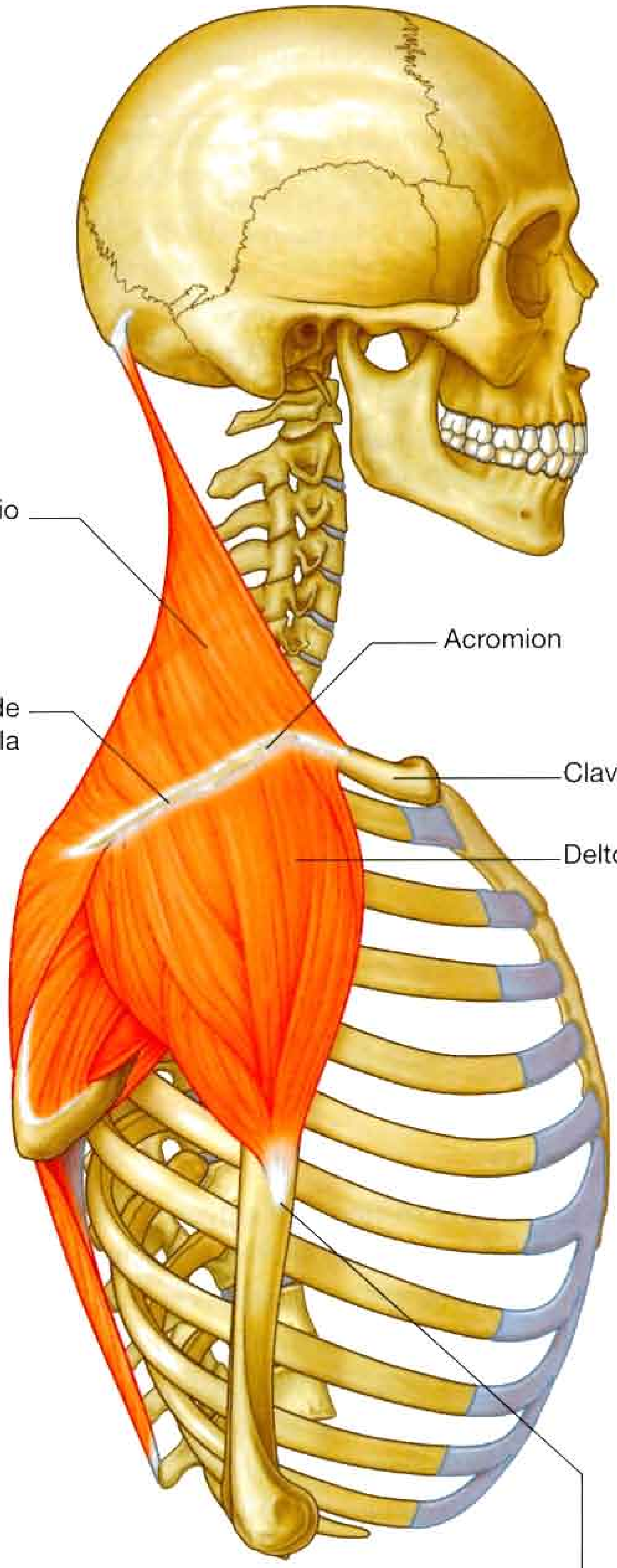


Fig. 7.34 Vista lateral de los músculos trapecio y deltoides.

Músculos

Los dos músculos más superficiales del hombro son el trapecio y el deltoides (fig. 7.34 y tabla 7.1). Su conjunto forma el contorno característico del hombro:

- El trapecio une la escápula y la clavícula con el tronco.
- El deltoides une la escápula y la clavícula con el húmero.

Tanto el trapecio como el deltoides se insertan a las superficies y márgenes opuestos de la espina de la escápula, el acromion y la clavícula. *La escápula, el acromion y la clavícula se pueden palpar en los lugares que quedan entre las inserciones del trapecio y el deltoides.*

En profundidad al trapecio, la escápula se une a la columna vertebral por tres músculos: el elevador de la escápula, el romboides menor y el romboides mayor. Estos tres músculos, junto con el trapecio (y junto con los músculos mencionados antes), mantienen la posición de la escápula en el tronco.

Tabla 7.1 Músculos del hombro

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Trapecio	Línea nucal superior, protuberancia occipital externa, borde medial del ligamento nucal, apófisis espinosas de C7 a T12 y ligamentos supraespinosos relacionados	Borde superior de la cresta de la espina de la escápula, acromion, borde posterior del tercio lateral de la clavícula	Motora: parte espinal del nervio accesorio (NCXI) rota la escápula. Sensitiva: (propiocepción) ramos anteriores de C3 y C4	Potente elevador de la escápula; durante la abducción del húmero en el plano horizontal las fibras medias retraen la escápula, las fibras inferiores deprimen la escápula
Deltoides	Borde inferior de la cresta de la espina de la escápula, borde lateral del acromion, borde anterior del tercio lateral de la clavícula	Tuberosidad deltoidea del húmero	Nervio axilar (C5, C6)	Principal abductor del brazo (abduce el brazo superados los primeros 15°, abducidos por el supraespinoso); la fibras claviculares colaboran en la flexión del brazo; las fibras posteriores ayudan en la extensión del brazo
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de las vértebras C1 y C2 y tubérculos posteriores de las apófisis transversas de las vértebras C3 y C4	Superficie posterior del borde medial de la escápula, desde el ángulo superior hasta la raíz de la espina de la escápula	Ramos directos de los ramos anteriores de los nervios espinales C3 y C4 y ramos (C5) del nervio dorsal de la escápula	Eleva la escápula
Romboides menor	Zona inferior del ligamento nucal y apófisis espinosas de las vértebras C7 y TI	Superficie posterior del borde medial de la escápula en la raíz de la espina de la escápula	Nervio dorsal de la escápula (C4, C5)	Eleva y retrae la escápula
Romboides mayor	Apófisis espinosas de las vértebras T2-T5 y segmentos intermedios del ligamento supraespinoso	Superficie posterior del borde medial de la escápula desde la raíz de la espina de la escápula hasta el ángulo inferior	Nervio dorsal de la escápula (C4, C5)	Eleva y retrae la escápula

Trapecio

El músculo **trapecio** tiene un origen muy extenso en el esqueleto axial, que va desde el cráneo hasta las vértebras C1 a T12 (fig. 7.35). Desde C1 hasta C7, este músculo se une a las vértebras mediante el ligamento nucal. El músculo se une al esqueleto óseo del hombro siguiendo una línea de inserción continua en forma de U que se orienta en el plano horizontal, con la base de la U dirigida en sentido lateral. Los trapecios izquierdo y derecho en conjunto tienen una forma de rombo o de trapecio, de donde deriva su nombre.

El músculo trapecio es un potente elevador del hombro y también rota la escápula, de modo que aumenta el alcance en sentido superior.

La inervación del trapecio está a cargo del nervio accesorio (XI) y de los ramos anteriores de los nervios cervicales C3 y C4 (fig. 7.35). Estos nervios discurren en dirección vertical, por la superficie profunda del músculo. *El nervio accesorio se puede evaluar explorando la función del músculo trapecio. Esto se consigue fácilmente pidiendo al paciente que eleve los hombros contra resistencia.*

Deltoides

El **deltoides** es un gran músculo de forma triangular, cuya base se inserta en la escápula y en la clavícula y su vértice lo hace en el húmero (fig. 7.35). Se origina en una línea continua de inserción con forma de U en la clavícula y la escápula, que refleja los sitios adyacentes de origen del músculo trapecio. Se inserta en la tuberosidad deltoidea de la superficie lateral de la diáfisis del húmero.

La principal función de este músculo es la abducción del brazo, por encima de los primeros 15° que dependen del músculo supraespinoso.

El músculo deltoides está inervado por el nervio axilar, que es un ramo del fascículo posterior del plexo braquial. El nervio axilar y sus vasos sanguíneos relacionados (la arteria y la vena circunflejas humerales posteriores) llegan al deltoides rodeando por detrás el cuello quirúrgico del húmero.

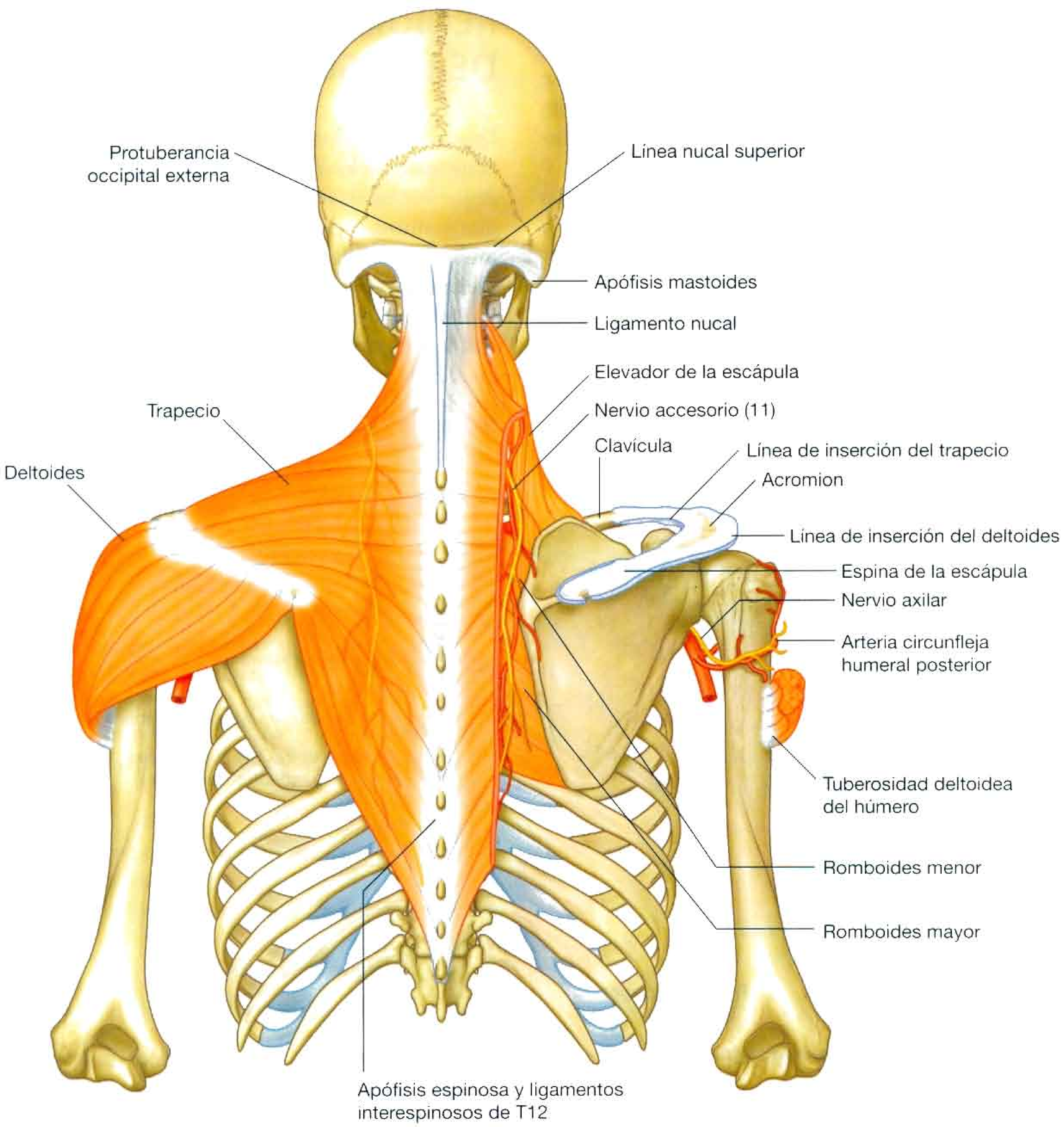


Fig. 7.35 Inserciones y aporte neurovascular de los músculos trapecio y deltoides.

Elevador de la escápula

El elevador de la escápula se origina en las apófisis transversas de las vértebras C1 a C4 (fig. 7.35). Desciende en sentido lateral para insertarse en la superficie posterior del borde medial de la escápula, desde el ángulo superior hasta una zona triangular lisa de hueso, situada en la raíz de la espina.

El músculo elevador de la escápula está inervado por el nervio dorsal de la escápula y por los nervios espinales C3 y C4 directamente.

La función de este músculo es elevar la escápula.

Romboides menor y mayor

Los músculos romboides menor y mayor se insertan medialmente en la columna vertebral y descienden en sentido lateral para insertarse en el borde medial de la escápula, inferior a la inserción del músculo elevador de la misma (fig. 7.35).

El romboides menor se origina en el extremo inferior del ligamento nucal y en las apófisis espinosas de las vértebras C7 y T1. Se inserta lateralmente en una zona ósea triangular lisa, situada en la raíz de la espina de la escápula, en la superficie posterior.

El romboides mayor se origina en las apófisis espinosas de la vértebras T2 a T5 y en el ligamento supraespinoso situado entre ellas. Desciende lateralmente para insertarse en la superficie posterior del borde medial de la escápula, desde la inserción del romboides menor hasta el ángulo inferior.

Los músculos romboides están inervados por el nervio dorsal de la escápula, que es un ramo del plexo braquial, y por ramos directos de los ramos anteriores de los nervios espinales C3 y C4.

Los músculos romboides menor y mayor retraen y elevan la escápula.

REGIÓN POSTERIOR DE LA ESCÁPULA

La región posterior de la escápula ocupa la cara posterior de la misma y se localiza por debajo de los músculos trapecio y deltoides (fig. 7.36 y tabla 7.2). Contiene cuatro músculos, que se sitúan entre la escápula y el extremo proximal del húmero: los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y redondo mayor.

Esta región también contiene parte de un músculo adicional, la cabeza larga del tríceps braquial, que se extiende des-

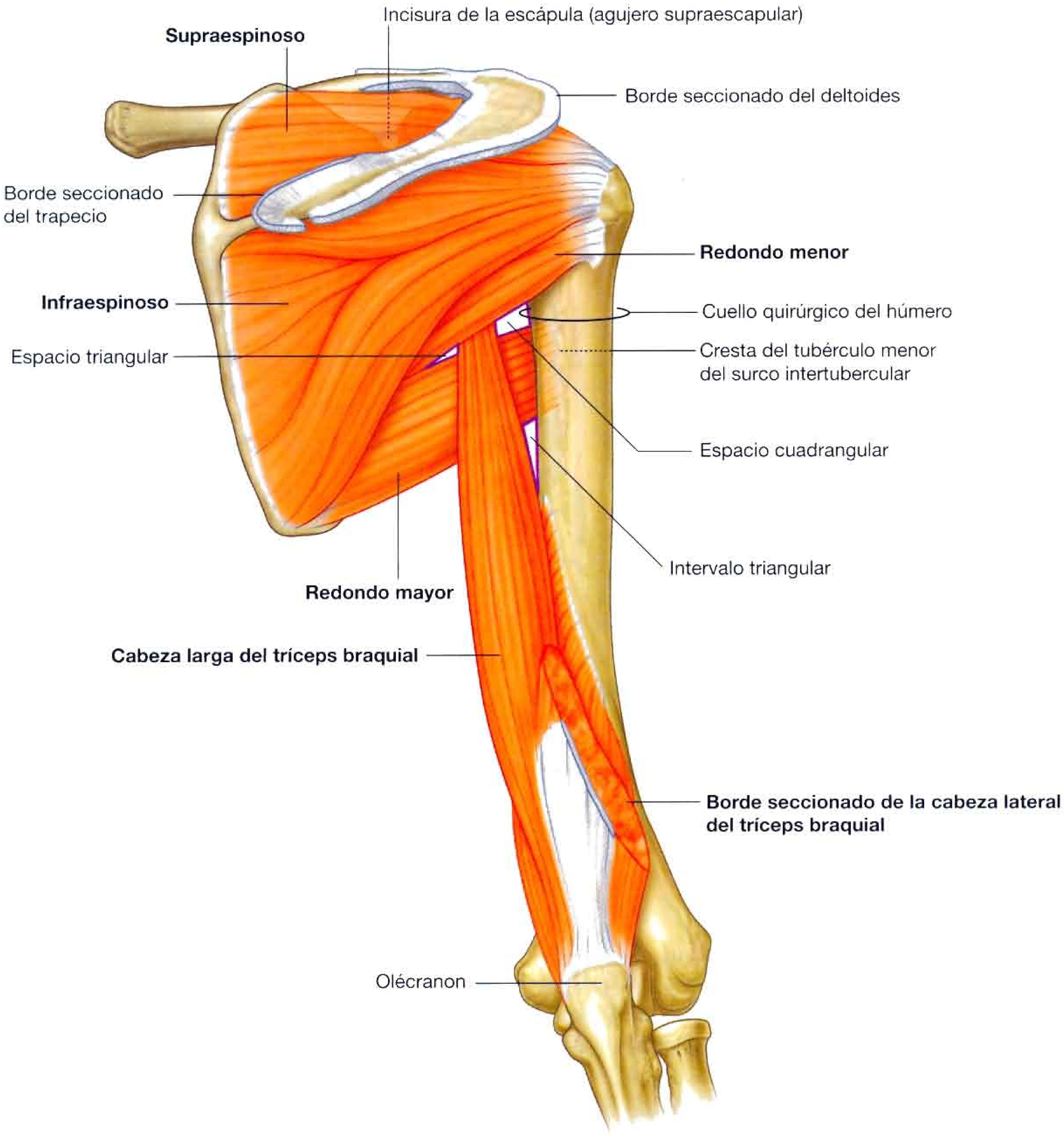


Fig. 7.36 Región posterior de la escápula derecha.

Tabla 7.2 Músculos de la región posterior de la escápula (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Supraespinoso	Dos tercios mediales de la fosa supraespinosa de la escápula y la fascia profunda que cubre el músculo	Carilla superior del tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (**C5**, C6)	Músculo del manguito de los rotadores; inicia la abducción del brazo hasta los 15° en la articulación glenohumeral
Infraespinoso	Dos tercios mediales de la fosa infraespinosa de la escápula y fascia profunda que cubre el músculo	Carilla media de la superficie posterior del tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (**C5**, C6)	Músculo del manguito de los rotadores; rotación lateral del brazo en la articulación glenohumeral
Redondo menor	Dos tercios superiores de una zona ósea aplanada en la superficie posterior de la escápula, inmediatamente adyacente al borde lateral de la misma	Carilla inferior de la superficie posterior del tubérculo mayor del húmero	Nervio axilar (**C5**, C6)	Músculo del manguito de los rotadores; rotación lateral del brazo en la articulación glenohumeral
Redondo mayor	Zona alargada oval en la superficie posterior del ángulo inferior de la escápula	Cresta del tubérculo menor del surco intertubercular en la superficie anterior del húmero	Nervio subescapular inferior (C5 a C7)	Rotación medial y extensión del brazo en la articulación glenohumeral
Cabeza larga del tríceps braquial	Tubérculo infraglenoideo de la escápula	Tendón común de inserción con las cabezas medial y lateral en el olécranon del cúbito	Nervio radial (C6, **C7**, C8)	Extensión del antebrazo en la articulación del codo; aductor accesorio y extensor del brazo en la articulación glenohumeral

de la escápula hasta el extremo proximal del antebrazo. Este músculo, junto con otros músculos de la región y el húmero, forman una serie de espacios por los que los nervios y los vasos entran y salen de la región.

Los músculos supraespinoso e infraespinoso son miembros del manguito de los rotadores, que estabiliza la articulación glenohumeral.

Músculos

Supraespinoso e infraespinoso

Los músculos **supraespinoso** e **infraespinoso** se originan en dos fosas de gran tamaño, situadas una por encima y otra por debajo de la espina, en la cara posterior de la escápula (fig. 7.36). Forman tendones que se insertan en el tubérculo mayor del húmero.

- El tendón del supraespinoso pasa bajo el acromion, donde está separado del hueso por una bolsa subacromial, y se dirige por encima de la articulación glenohumeral, para insertarse en la carilla superior del tubérculo mayor.
- El tendón del infraespinoso pasa posterior a la articulación glenohumeral y se inserta en la carilla media del tubérculo mayor.

El músculo supraespinoso inicia la abducción del brazo. El infraespinoso produce rotación lateral del húmero.

Redondo menor y redondo mayor

El músculo **redondo menor** tiene forma de cordón y se origina en una zona aplanada de la escápula, inmediatamente adyacente a su borde lateral, por debajo del tubérculo infraglenoideo (fig. 7.36). Su tendón se inserta en la carilla inferior del tubérculo mayor del húmero. El redondo menor rota lateralmente el húmero y es un componente del manguito de los rotadores.

El músculo **redondo mayor** se origina en una gran región ovalada, situada en la superficie posterior del ángulo inferior de la escápula (fig. 7.36). Es un músculo ancho con forma de cordón, que se dirige en sentido superior y lateral, para acabar en un tendón plano que se inserta en la cresta del tubérculo menor del surco intertubercular, en la superficie anterior del húmero. El redondo mayor produce rotación medial y extensión del húmero.

Cabeza larga del tríceps braquial

La **cabeza larga del músculo tríceps braquial** se origina en el tubérculo infraglenoideo y desciende verticalmente por el brazo, para insertarse, junto con las cabezas medial y lateral de este músculo, en el olécranon del cúbito (fig. 7.36).

El músculo tríceps braquial es el principal extensor del antebrazo en la articulación del codo. Su cabeza larga cruza la articulación glenohumeral, por lo que también puede extender y aducir el húmero.

La relevancia del tríceps braquial en la región posterior de la escápula radica en que su disposición vertical entre los músculos redondo menor y redondo mayor, junto con estos

músculos y el húmero, forma espacios por los que pasan nervios y vasos de una región a otra.

Puertas de entrada a la región posterior de la escápula

Agujero supraescapular

El agujero supraescapular es el lugar por donde pasan estructuras entre la base del cuello y la región posterior de la escápula (fig. 7.36). Está formado por la escotadura supraescapular de la escápula y el ligamento transverso superior de la misma (supraescapular), que convierte la escotadura en un agujero.

El nervio supraescapular pasa por este agujero; la arteria y la vena supraescapulares siguen un recorrido paralelo al nervio, pero suelen pasar inmediatamente superiores al ligamento transverso superior de la escápula, y no por el agujero (fig. 7.37).

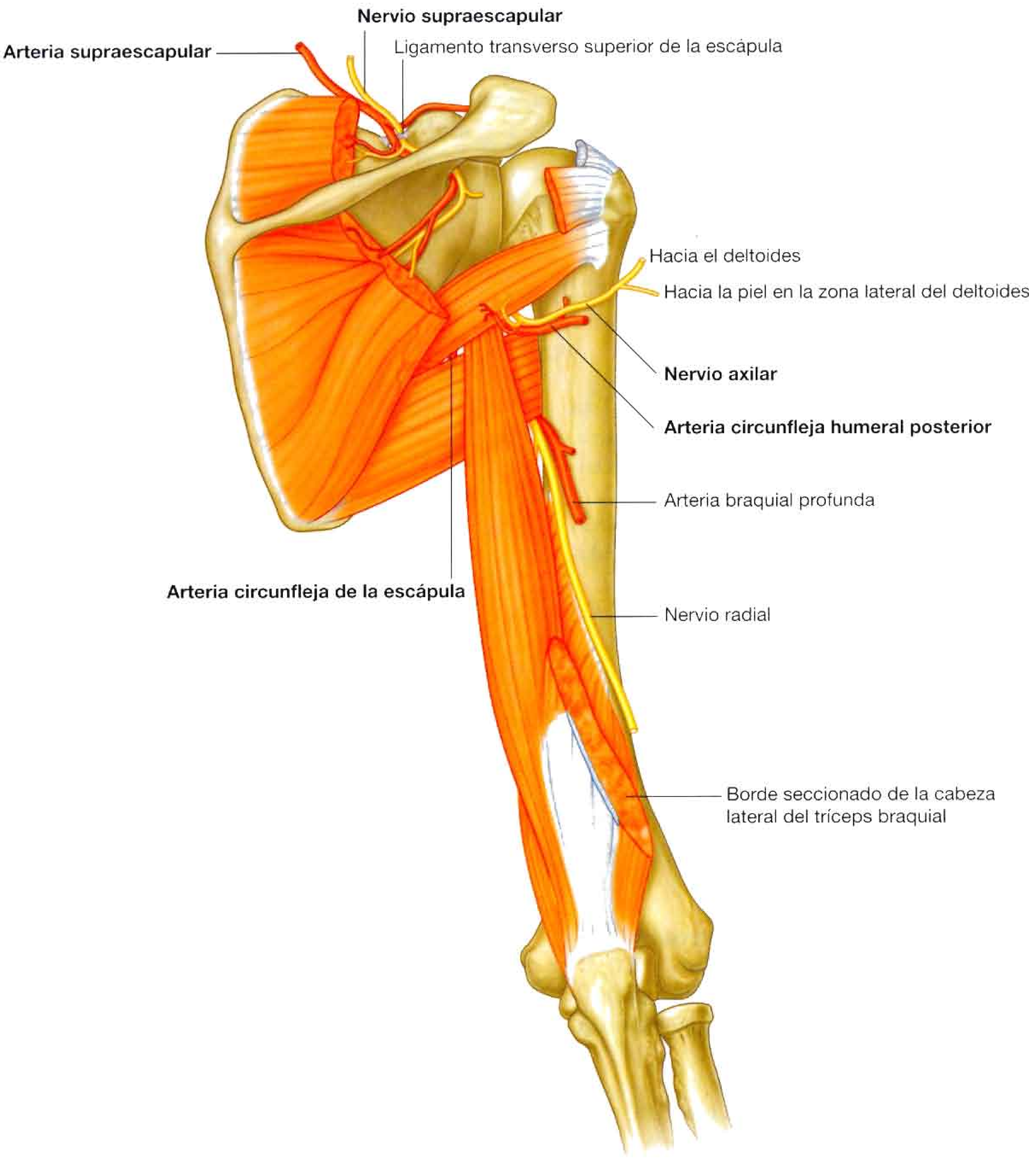


Fig. 7.37 Arterias y nervios relacionados con las puertas de entrada a la región posterior de la escápula.

Espacio cuadrangular (desde su cara posterior)

El espacio cuadrangular es el lugar por el que pasan los nervios y los vasos que discurren entre las regiones más anteriores (la axila) y la región posterior de la escápula (v. fig. 7.36). En la región posterior de la escápula, está limitado por:

- El borde inferior del redondo menor.
- El cuello quirúrgico del húmero.
- El borde superior del redondo mayor.
- El borde lateral de la cabeza larga del tríceps braquial.

Conceptos prácticos

Síndrome del espacio cuadrangular

La hipertrofia de los músculos del espacio cuadrangular o la fibrosis de los bordes musculares pueden afectar al nervio axilar. En raras ocasiones esto produce debilidad del músculo deltoides. Por lo general causa atrofia del músculo redondo menor, que puede afectar el control que los músculos del manguito de los rotadores ejercen sobre el movimiento del hombro.

El nervio axilar, junto con la arteria y la vena circunflejas humerales posteriores, pasan por este espacio (fig. 7.37).

Espacio triangular

El espacio triangular es una zona de comunicación entre la axila y la región posterior de la escápula (v. fig. 7.36). Cuando se observa desde la región posterior de la escápula, está delimitado por:

- El borde medial de la cabeza larga del tríceps braquial.
- El borde superior del redondo mayor.
- El borde inferior del redondo menor.

La arteria y la vena circunflejas de la escápula pasan por este agujero (fig. 7.37).

Intervalo triangular

El intervalo triangular está formado por:

- El borde lateral de la cabeza larga del tríceps braquial.
- El cuerpo (diáfisis) del húmero.
- El borde inferior del redondo mayor (fig. 7.36).

Este espacio está por debajo del borde inferior del redondo mayor, que delimita el borde inferior de la axila, por lo que el intervalo triangular sirve de lugar de paso entre los compartimentos anterior y posterior del brazo, y entre el compartimento posterior del brazo y la axila. El nervio radial, la **arteria braquial profunda** y sus venas asociadas pasan por él (fig. 7.37).

Nervios

Los dos nervios principales de la región posterior de la escápula son los nervios supraescapular y axilar; ambos se originan en el plexo braquial en la axila (fig. 7.37).

Nervio supraescapular

El **nervio supraescapular** tiene su origen en la base del cuello, del tronco superior del plexo braquial. Se dirige posterior y lateral, a través del agujero supraescapular, para alcanzar la región posterior de la escápula, donde se sitúa en el plano entre el hueso y el músculo (fig. 7.37).

Tras inervar el músculo supraespinoso, pasa por la escotadura mayor de la escápula (espinoglenoidea), entre la raíz de la espina de la escápula y la cavidad glenoidea, para terminar inervando el músculo infraespinoso.

Este nervio no suele tener ramos cutáneos.

Nervio axilar

El **nervio axilar** se origina en el fascículo posterior del plexo braquial. Sale de la axila en su pared posterior, pasando por el espacio cuadrangular, y entra en la región posterior de la escápula (fig. 7.37). Junto con la arteria y la vena circunflejas humerales posteriores, se relaciona directamente con la superficie posterior del cuello quirúrgico del húmero.

El nervio axilar inerva los músculos deltoides y redondo menor. Además tiene un ramo cutáneo, el nervio cutáneo lateral superior del brazo, que recoge la sensibilidad general de la piel situada sobre la parte inferior del músculo deltoides.

Arterias y venas

Las tres principales arterias de la región posterior de la escápula son las arterias supraescapular, circunfleja humeral posterior y circunfleja de la escápula, que contribuyen a formar un plexo vascular interconectado alrededor de la escápula (fig. 7.38).

Arteria supraescapular

La **arteria supraescapular** surge en la base del cuello como una rama del tronco tirocervical, que es una de las principales ramas de la arteria subclavia (figs. 7.37 y 7.38). También se puede originar directamente de la tercera parte de la arteria subclavia.

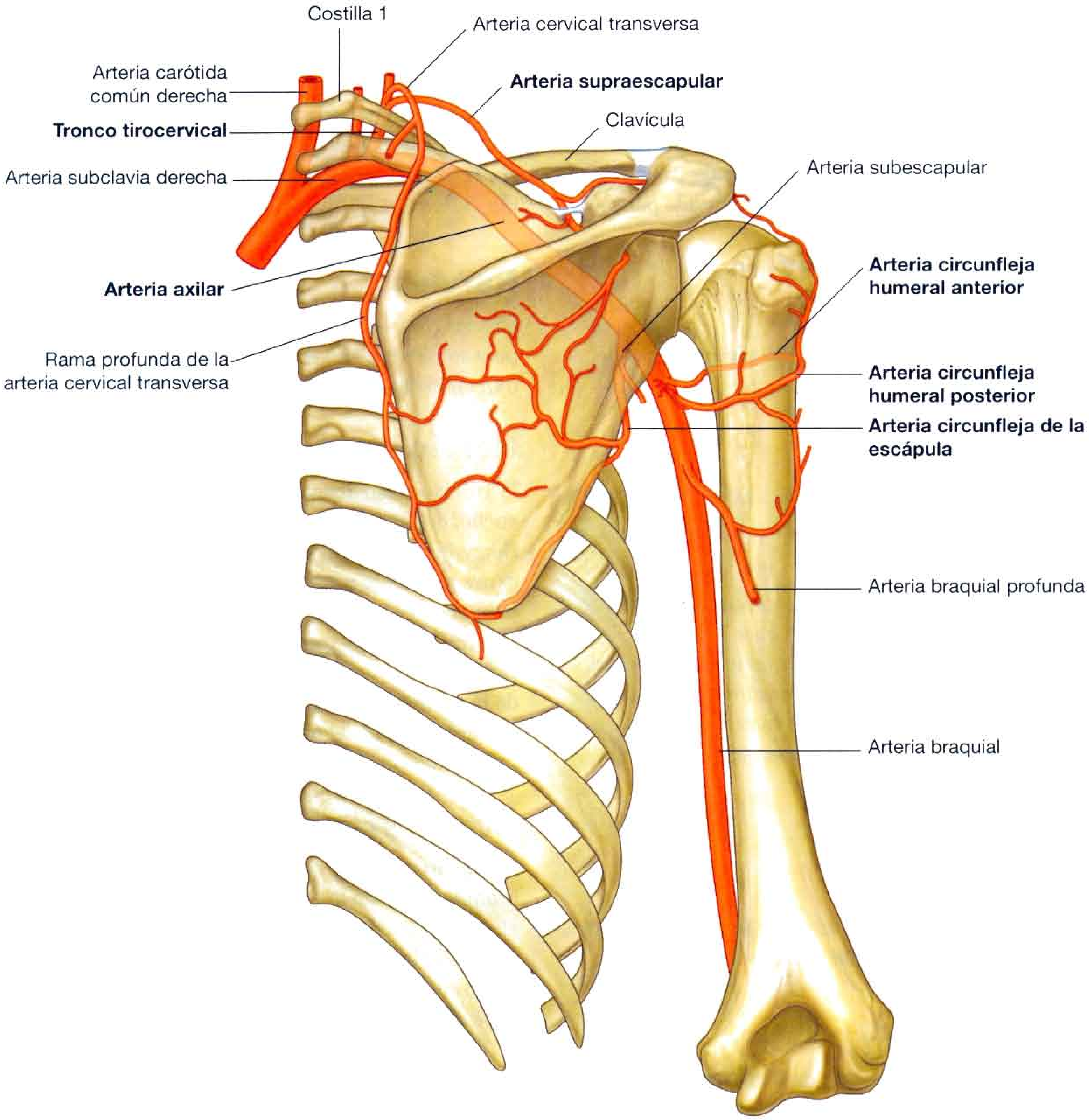


Fig. 7.38 Anastomosis arteriales alrededor del hombro.

La arteria supraescapular suele entrar a la región posterior de la escápula superior al agujero supraescapular, mientras que el nervio pasa a través del agujero. En la región posterior de la escápula, este vaso va paralelo al nervio supraescapular.

Además de irrigar los músculos supraespinoso e infraespinoso, a lo largo de su recorrido ofrece ramas para numerosas estructuras.

Arteria circunfleja humeral posterior

La **arteria circunfleja humeral posterior** se origina en la tercera parte de la arteria axilar, en la axila (fig. 7.38).

La arteria circunfleja humeral posterior y el nervio axilar dejan la axila a través del espacio cuadrangular, en la pared posterior, y llegan a la región posterior de la escápula. Este

vaso irriga la articulación glenohumeral y los músculos relacionados.

Arteria circunfleja de la escápula

La **arteria circunfleja de la escápula** es una rama de la arteria subescapular que también se origina en la tercera parte de la arteria axilar en la axila (fig. 7.38). Deja la axila a través del espacio triangular y alcanza la región posterior de la escápula, pasa a través del origen del músculo redondo menor y se anastomosa con las otras arterias de la región.

Venas

Las venas de la región posterior de la escápula suelen seguir el recorrido de las arterias, y se conectan con los vasos del cuello, la espalda, el brazo y la axila.

AXILA

La axila es la puerta de entrada a la extremidad superior y constituye un área de transición entre el cuello y el brazo (fig. 7.39A). Está formada por la clavícula, la escápula, la zona superior de la pared torácica, el húmero y los músculos relacionados. La axila es un espacio con forma piramidal irregular que tiene:

- Cuatro caras.
- Una entrada.
- Un suelo (base) (fig. 7.39A y B).

La entrada de la axila se continúa superiormente con el cuello, y la zona lateral del suelo se abre al brazo.

A

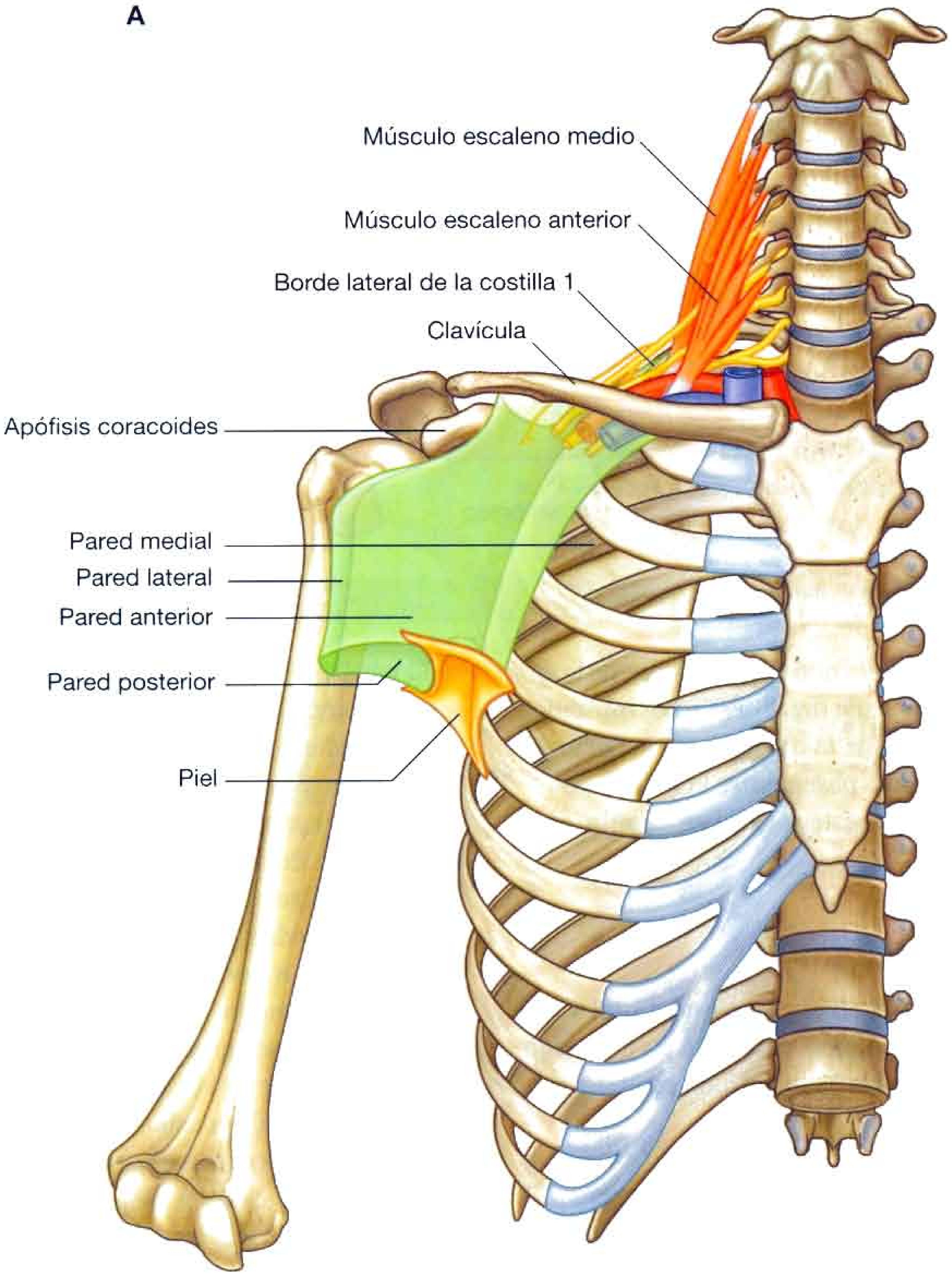


Fig. 7.39 Axila. **A.** Paredes y transición entre el cuello y el brazo.

Continúa

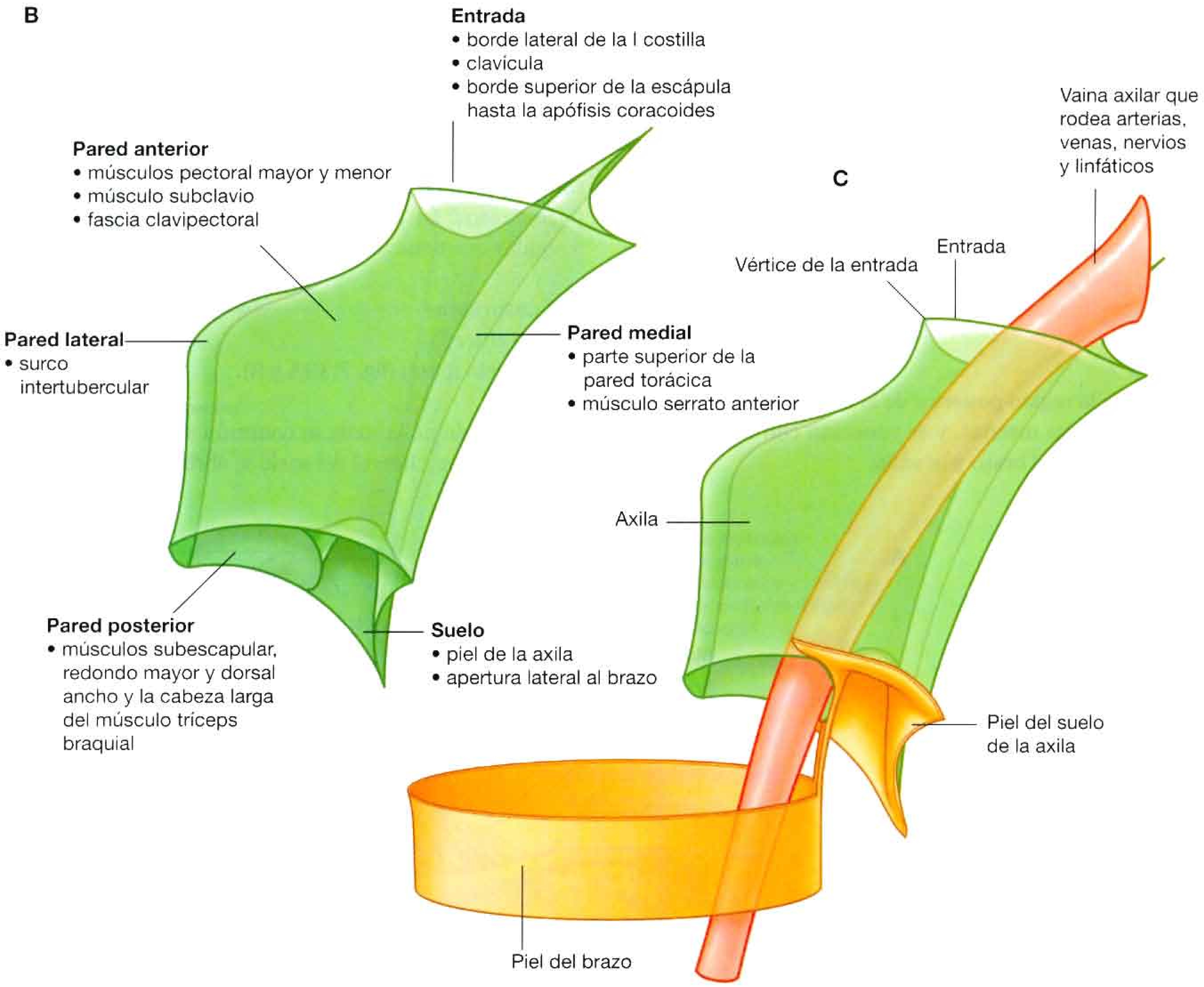


Fig. 7.39 ***(cont.)*** Axila. **B.** Límites. **C.** Continuidad con el brazo.

Todas las estructuras principales que entran y salen de la extremidad superior pasan por la axila (fig. 7.39C). Los músculos de la pared anterior y posterior de la axila forman aberturas para permitir que las estructuras pasen entre la axila y las regiones adyacentes (las regiones posterior de la escápula, pectoral y deltoidea).

Entrada de la axila

La entrada de la axila se orienta en el plano horizontal y tiene forma ligeramente triangular, con el vértice en dirección lateral (fig. 7.39A y B). Los bordes de la entrada están formados por estructuras óseas.

- El borde medial es el borde lateral de la I costilla.
- El borde anterior es la superficie posterior de la clavícula.
- El borde posterior es el borde superior de la escápula.

El vértice de la entrada triangular a la axila se dispone en posición lateral y está formado por la cara medial de la apófisis coracoides.

Los principales vasos y nervios que pasan entre el cuello y la axila lo hacen cruzando sobre el borde lateral de la I costilla y a través de la entrada de la axila (fig. 7.39A).

La arteria subclavia, el principal vaso sanguíneo que irriga la extremidad superior, se convierte en arteria axilar cuando cruza el borde lateral de la I costilla y entra en la axila. Del mismo modo, la vena axilar se convierte en vena subclavia al pasar sobre el borde lateral de la I costilla y deja la axila para entrar en el cuello.

En la entrada de la axila, la vena axilar es anterior a la arteria axilar, que discurre anterior a los troncos del plexo braquial.

El tronco inferior del plexo braquial se sitúa directamente sobre la I costilla en el cuello, al igual que la arteria y la vena subclavias. Cuando pasan sobre la I costilla, la vena y la arteria están separadas por la inserción del músculo escaleno anterior (fig. 7.39A).

Pared anterior

La pared anterior de la axila está formada por la porción lateral del músculo pectoral mayor, los músculos subyacentes pectoral menor y subclavio y la fascia clavipectoral (tabla 7.3).

Pectoral mayor

El **pectoral mayor** es el músculo más grande y superficial de la pared anterior (fig. 7.40). Su borde inferior se sitúa subyacente al pliegue axilar anterior, que define el límite anteroinferior de la axila. Este músculo tiene dos porciones:

Tabla 7.3 Músculos de la pared anterior de la axila (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Pectoral mayor	Porción clavicular: superficie anterior de la mitad medial de la clavícula; porción esternocostal: superficie anterior del esternón, primeros siete cartílagos costales, extremo esternal de la sexta costilla y aponeurosis del oblicuo externo	Cresta del tubérculo mayor del surco intertubercular del húmero	Nervios pectorales medial y lateral; porción clavicular (**C5**, C6); porción esternocostal (C6, **C7**, C8, T1)	Flexión, aducción y rotación medial del brazo en la articulación glenohumeral; porción clavicular: flexión del brazo extendido; porción esternocostal: extensión del brazo flexionado
Subclavio	Primera costilla en la unión entre la costilla y el cartílago costal	Surco en la superficie inferior del tercio medio de la clavícula	Nervio subclavio (C5, C6)	Tira del hombro en sentido inferior; tira de la clavícula en sentido medial para estabilizar la articulación esternoclavicular
Pectoral menor	Superficies anteriores y bordes superiores de las costillas 3 a 5; fascia profunda que cubre los espacios intercostales relacionados	Apófisis coracoides de la escápula (borde medial y cara superior)	Nervio pectoral medial (C6, **C7**, **C8**)	Tira del hombro en sentido inferior; desplaza la escápula hacia delante

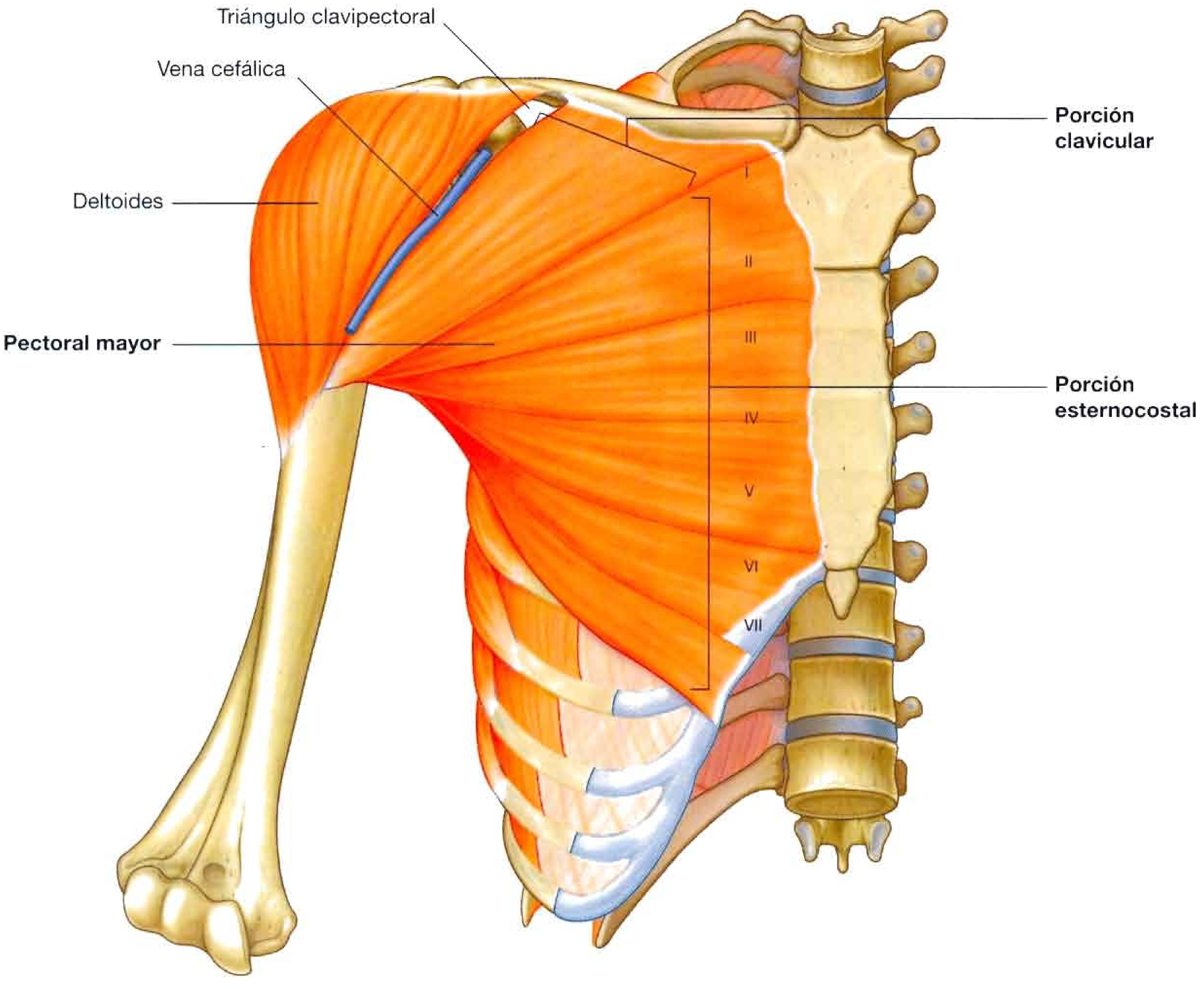


Fig. 7.40 Músculo pectoral mayor.

- Porción clavicular, que se origina en la mitad medial de la clavícula.
- Porción esternocostal, que se origina en la parte medial de la pared torácica anterior. Con frecuencia las fibras de esta porción se dirigen en sentido inferior y medial para insertarse en la pared abdominal anterior, formando una parte adicional del músculo: la porción abdominal.

Este músculo se inserta en la cresta del tubérculo mayor del surco intertubercular del húmero. Las partes del músculo que tienen un origen superior en el tronco se insertan en la zona más inferior y más anterior de la cresta del tubérculo mayor del surco intertubercular, mientras que las partes más inferiores se insertan en un punto más superior y posterior.

Cuando actúan en conjunto, las dos porciones del pectoral mayor flexionan, aducen y rotan medialmente el brazo en la articulación glenohumeral. La porción clavicular flexiona el brazo desde una posición de extensión, mientras que la porción esternocostal lo extiende desde una posición flexionada, en especial contra resistencia.

El pectoral mayor se inerva por los nervios pectorales lateral y medial, que se originan en el plexo braquial en la axila.

Subclavio

El **subclavio** es un pequeño músculo que se encuentra más profundo que el pectoral mayor y pasa entre la clavícula y la I costilla (fig. 7.41). Se origina en la zona medial, como un tendón, en la I costilla, en la unión entre ésta y su cartílago

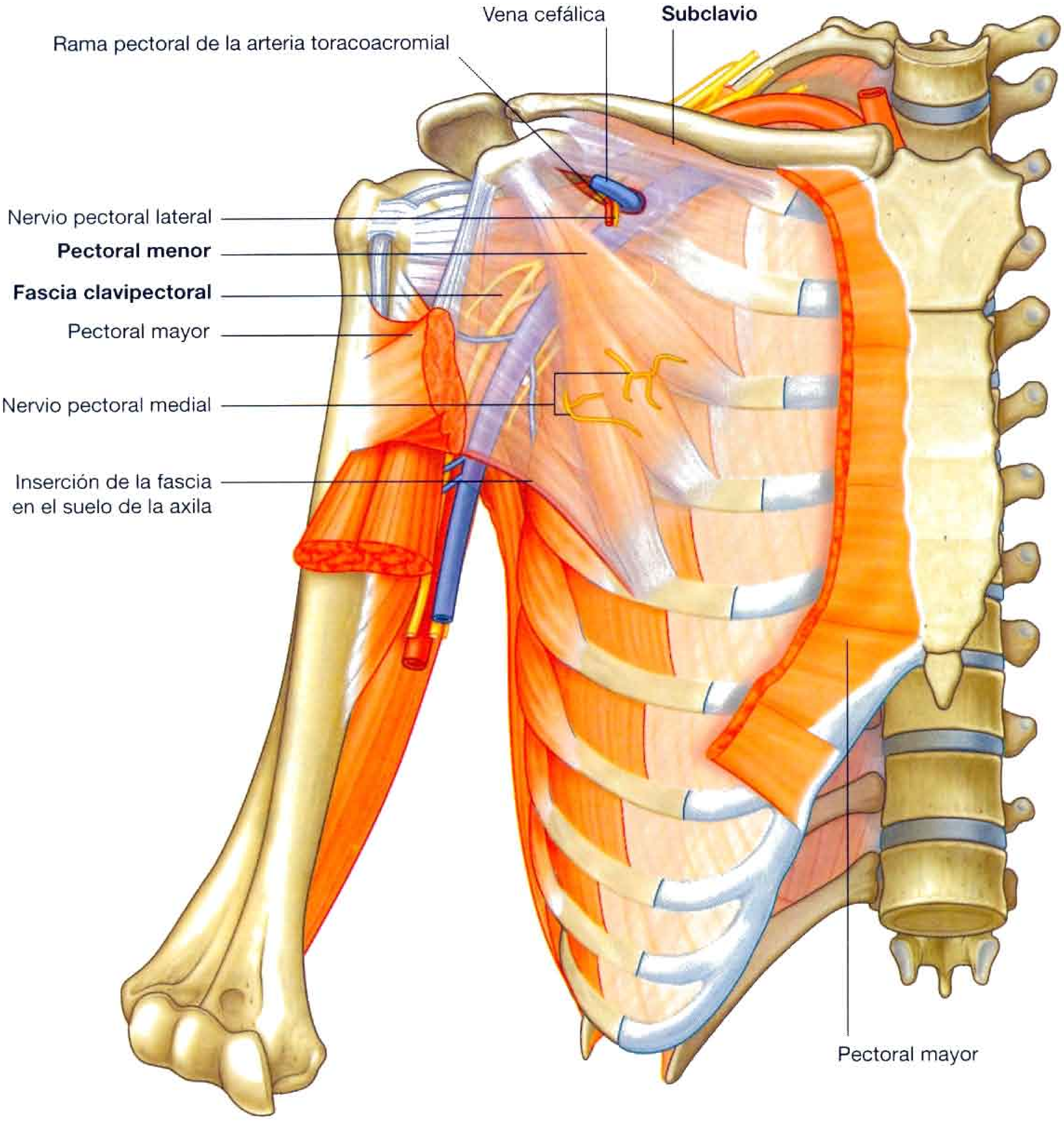


Fig. 7.41 Músculos pectoral menor y subclavio, y fascia clavipectoral.

costal. Se dirige en sentido lateral y superior para insertarse, mediante una inserción muscular, en un surco profundo y alargado en la superficie inferior del tercio medio de la clavícula.

La función del subclavio no se conoce completamente. Podría actuar descendiendo el hombro al deprimir la clavícula, y también podría estabilizar la articulación esternoclavicular al desplazar la clavícula medialmente.

Este músculo está inervado por un pequeño ramo del tronco superior del plexo braquial.

Pectoral menor

El **pectoral menor** es un músculo pequeño, de forma triangular, que está más profundo que el pectoral mayor y se extiende desde la pared torácica hasta la apófisis coracoides de la escápula (fig. 7.41). Se origina en tres vientres musculares en las superficies anteriores y bordes superiores de las costillas 3 a 5 y en la fascia que cubre los músculos de los espacios intercostales relacionados. Las fibras musculares se dirigen en sentido superior y lateral para insertarse en las caras medial y superior de la apófisis coracoides.

El músculo pectoral menor desplaza hacia delante la escápula (al tirar de ella en sentido anterior en la pared torácica) y deprime el ángulo lateral de la escápula.

El músculo pectoral menor está inervado por el nervio pectoral medial, que se origina en el plexo braquial en la axila.

Fascia clavipectoral

La fascia clavipectoral es una lámina gruesa de tejido conjuntivo que conecta la clavícula con el suelo de la axila (fig. 7.41). Envuelve los músculos subclavio y pectoral menor y se extiende por el espacio que hay entre ellos.

Las estructuras que discurren entre la axila y la pared anterior de la misma atraviesan la fascia clavipectoral, bien entre los músculos pectoral menor y subclavio o discurriendo inferiores al músculo pectoral menor.

Las estructuras más destacadas que pasan entre el músculo subclavio y el pectoral menor son la vena cefálica, la arteria toracoacromial y el nervio pectoral lateral.

La arteria torácica lateral deja la axila a través de la fascia y se sitúa inferior al músculo pectoral menor.

El nervio pectoral medial abandona la axila atravesando directamente el músculo pectoral menor, inerva este músculo y llega al pectoral mayor. A veces, los ramos del nervio pectoral medial rodean el borde inferior del pectoral menor para alcanzar e inervar el músculo pectoral mayor suprayacente.

Pared medial

La pared medial de la axila está formada por la zona superior de la pared torácica (las costillas y los tejidos intercostales relacionados) y el músculo serrato anterior (fig. 7.42 y tabla 7.4; v. fig. 7.39).

Serrato anterior

El músculo **serrato anterior** se origina como varios vientres musculares en las superficies laterales de las costillas I a 9 y en la fascia profunda intermedia que cubre los espacios intercostales correspondientes (fig. 7.42). El músculo forma una lámina aplanada, que se dirige en sentido posterior alrededor de la pared torácica para insertarse principalmente en la superficie costal del borde medial de la escápula.

Tabla 7.4 Músculos de la pared medial de la axila (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Serrato anterior	Superficies laterales de las primeras 8-9 costillas y fascia profunda que cubre los espacios intercostales relacionados	Superficie costal del borde medial de la escápula	Nervio torácico largo (C5, **C6, C7**)	Lleva hacia delante la escápula y la rota; mantiene el borde medial y el ángulo inferior de la escápula enfrentados a la pared torácica

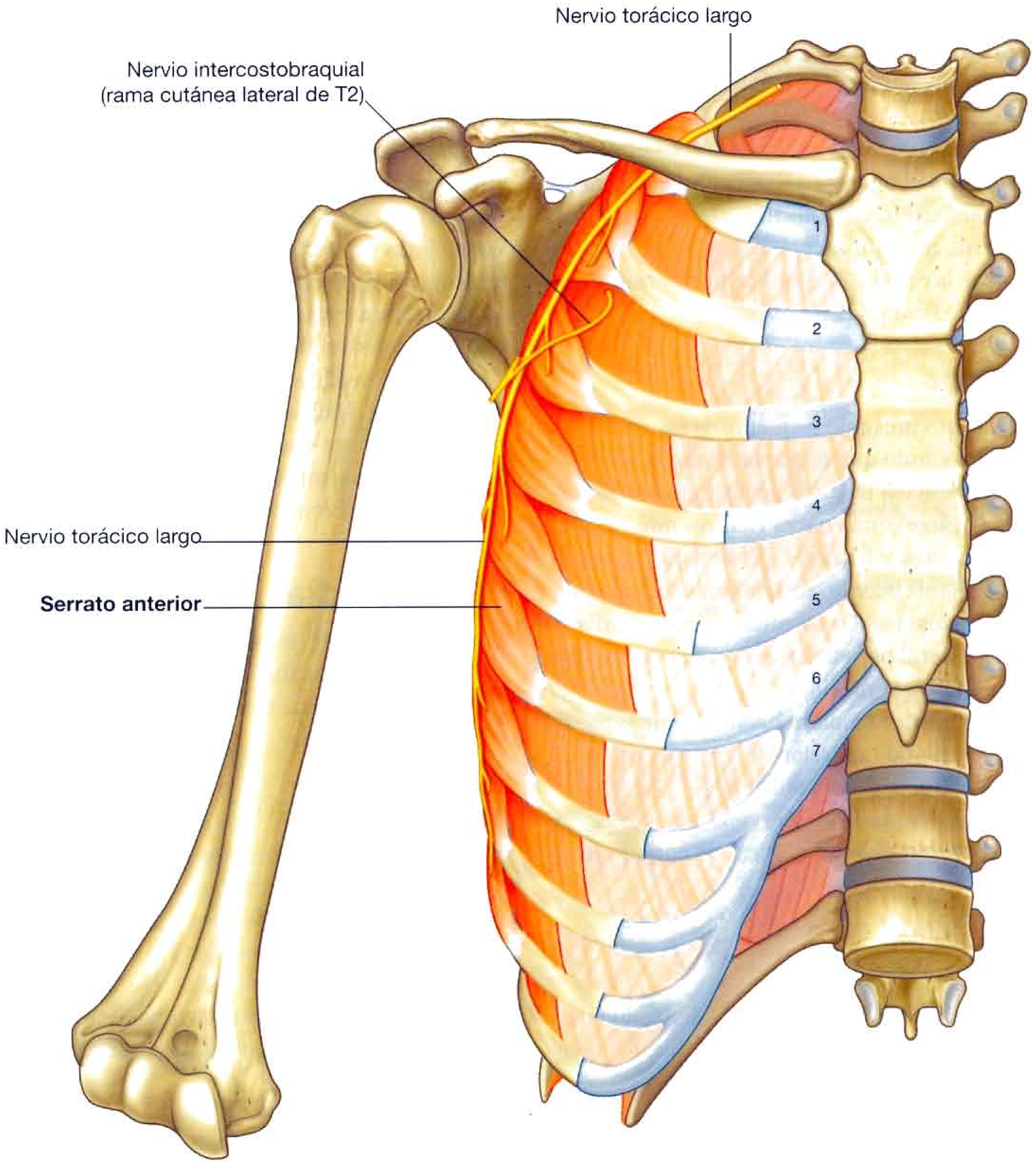


Fig. 7.42 Pared medial de la axila.

El músculo serrato anterior desplaza la escápula hacia delante sobre la pared torácica y facilita la rotación de la escápula. También mantiene la superficie costal de la escápula íntimamente apoyada sobre la pared torácica.

El serrato anterior está inervado por el nervio torácico largo, que deriva de las raíces del plexo braquial, atraviesa la axila siguiendo la pared medial y desciende en vertical hacia abajo por la superficie externa del músculo serrato anterior, justo en profundidad a la piel y la fascia superficial.

La única estructura destacada que pasa directamente por la pared medial y hacia la axila es el nervio intercostobraquial. Este nervio es un ramo cutáneo lateral del segundo nervio intercostal (ramo anterior de T2). En la axila se comunica con un ramo del plexo braquial (el nervio cutáneo medial del brazo) e inerva la piel de la zona posteromedial superior del brazo, que es una parte del dermatoma T2.

Conceptos prácticos

Lesión del nervio torácico largo

El nervio torácico largo desciende por la pared torácica lateral sobre la superficie externa del músculo serrato anterior, justo por debajo de la piel y la fascia subcutánea, por lo que es susceptible de lesionarse. La pérdida de la función de este músculo determina que el borde medial, y en especial el ángulo inferior de la escápula, se eleven separándose de la pared torácica. Esto provoca una típica «escápula alada» cuando se lleva el brazo hacia delante. Además, no es posible realizar una elevación normal del brazo.

Pared lateral

La pared lateral de la escápula es estrecha y está formada en su totalidad por el surco intertubercular del húmero (fig. 7.43). El músculo pectoral mayor de la pared anterior se inserta en la cresta del tubérculo mayor del surco intertubercular. Los músculos redondo mayor y dorsal ancho de la pared posterior se insertan en la cresta del tubérculo menor y en el suelo del surco intertubercular, respectivamente (tabla 7.5).

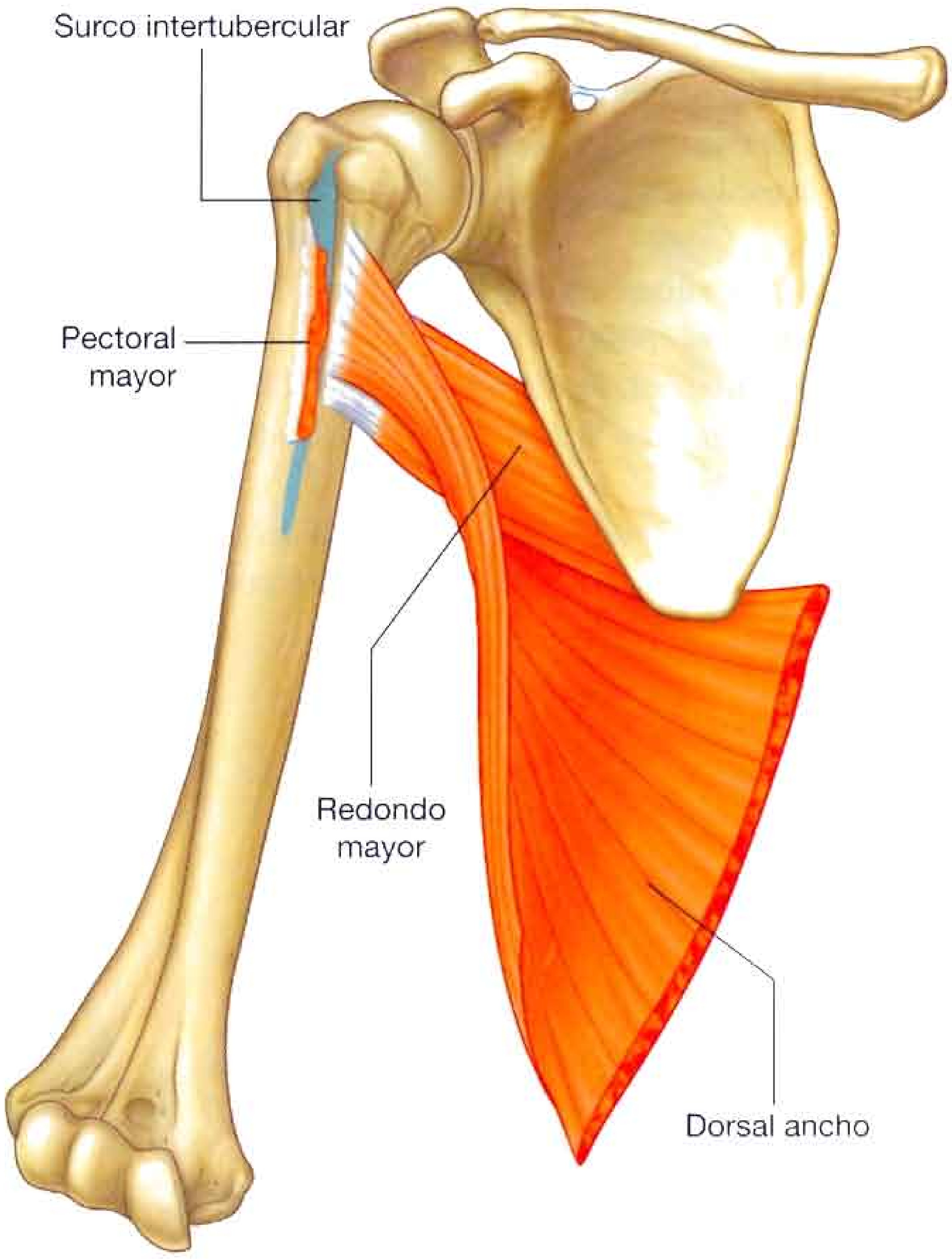


Fig. 7.43 Pared lateral de la axila.

Tabla 7.5 Músculos de las paredes posterior y lateral de la axila (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo; los segmentos espinales entre paréntesis inervan el músculo de forma inconstante)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Subescapular	Dos tercios mediales de la fosa subescapular	Tubérculo menor del húmero	Nervios subescapulares superior e inferior (C5, **C6**, [C7])	Músculo del manguito de los rotadores; rotación medial del brazo en la articulación glenohumeral
Redondo mayor	Zona oval alargada en la superficie posterior del ángulo inferior de la escápula	Cresta del tubérculo menor del surco intertubercular en la superficie anterior del húmero	Nervio subescapular inferior (C5, C6, C7)	Rotación medial y extensión del brazo en la articulación glenohumeral
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de las seis vértebras torácicas inferiores y ligamentos interespinosos relacionados; a través de la fascia toracolumbar, a las apófisis espinosas de las vértebras lumbares, los ligamentos interespinosos relacionados y la cresta ilíaca; 3-4 costillas inferiores	Suelo del surco intertubercular	Nervio toracodorsal (**C6, C7**, C8)	Aducción, rotación medial y extensión del brazo en la articulación glenohumeral
Cabeza larga del tríceps braquial	Tubérculo infraglenoideo de la escápula	Tendón común de inserción con las cabezas, medial y lateral, en el olécranon del cúbito	Nervio radial (C6, **C7**, C8)	Extensión del antebrazo en la articulación del codo; aductor accesorio y extensor del brazo en la articulación glenohumeral

Pared posterior

La pared posterior de la axila es compleja (fig. 7.44 y v. fig. 7.39). El esqueleto óseo está constituido por la superficie costal de la escápula. Los músculos que forman esta pared son:

- El músculo subescapular (relacionado con la superficie costal de la escápula).
- Las porciones distales de los músculos dorsal ancho y redondo mayor (que llegan a la pared desde la espalda y la región posterior de la escápula).
- La porción proximal de la cabeza larga del músculo tríceps braquial (que desciende verticalmente por la pared y el brazo).

Los músculos de la pared posterior dejan unos espacios entre sí que permiten el paso de estructuras entre la axila, la región posterior de la escápula y el compartimento posterior del brazo.

Subescapular

El músculo **subescapular** es el componente de mayor tamaño de la pared posterior de la axila. Se origina en la fosa subescapular, que ocupa por completo, y se inserta en el tubérculo menor del húmero (figs. 7.44 y 7.45). Su tendón cruza por la zona inmediatamente anterior a la cápsula articular de la articulación glenohumeral.

Junto con los tres músculos de la región posterior de la escápula (el supraespinoso, el infraespinoso y el redondo me-

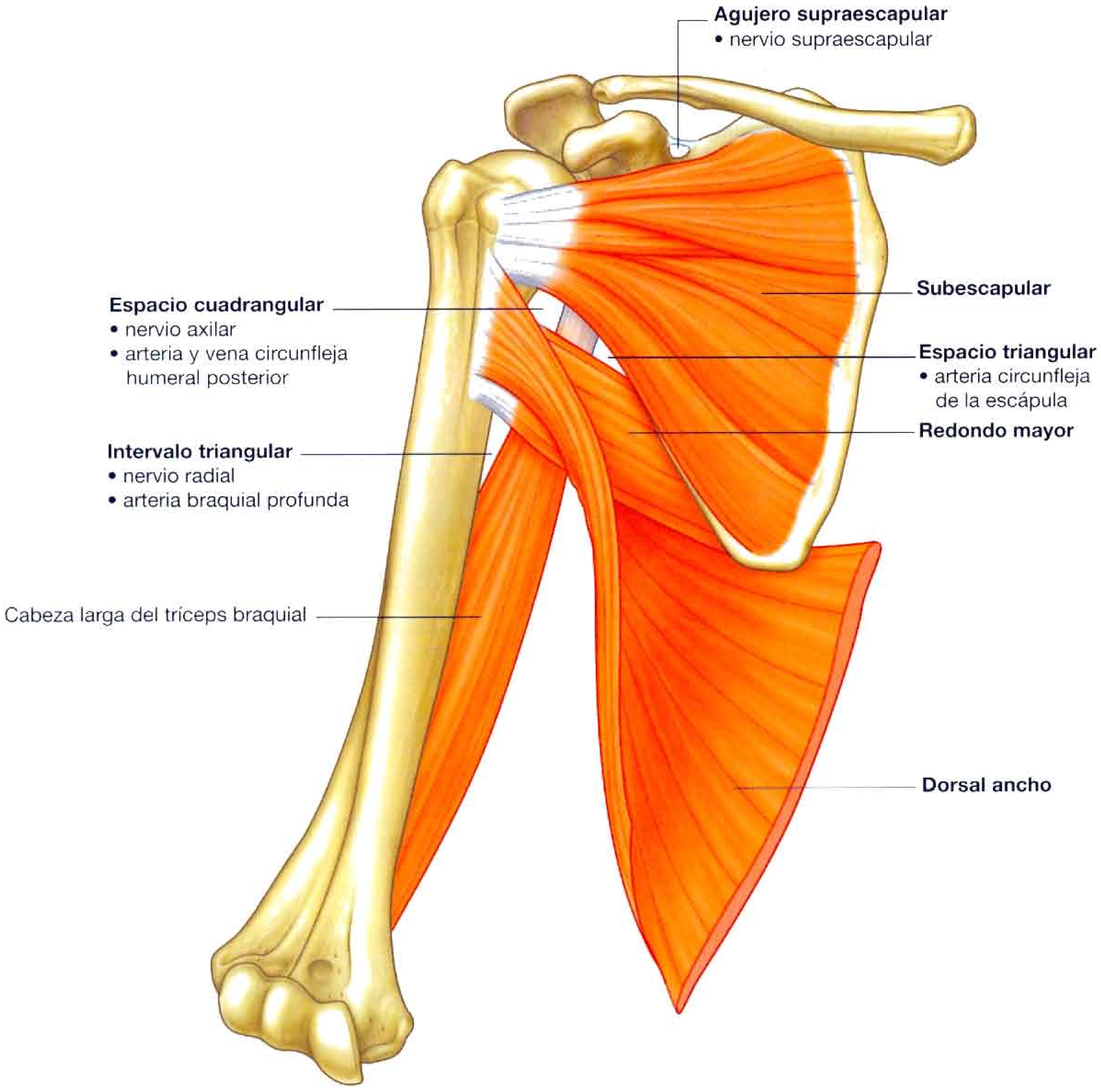


Fig. 7.44 Pared posterior de la axila.

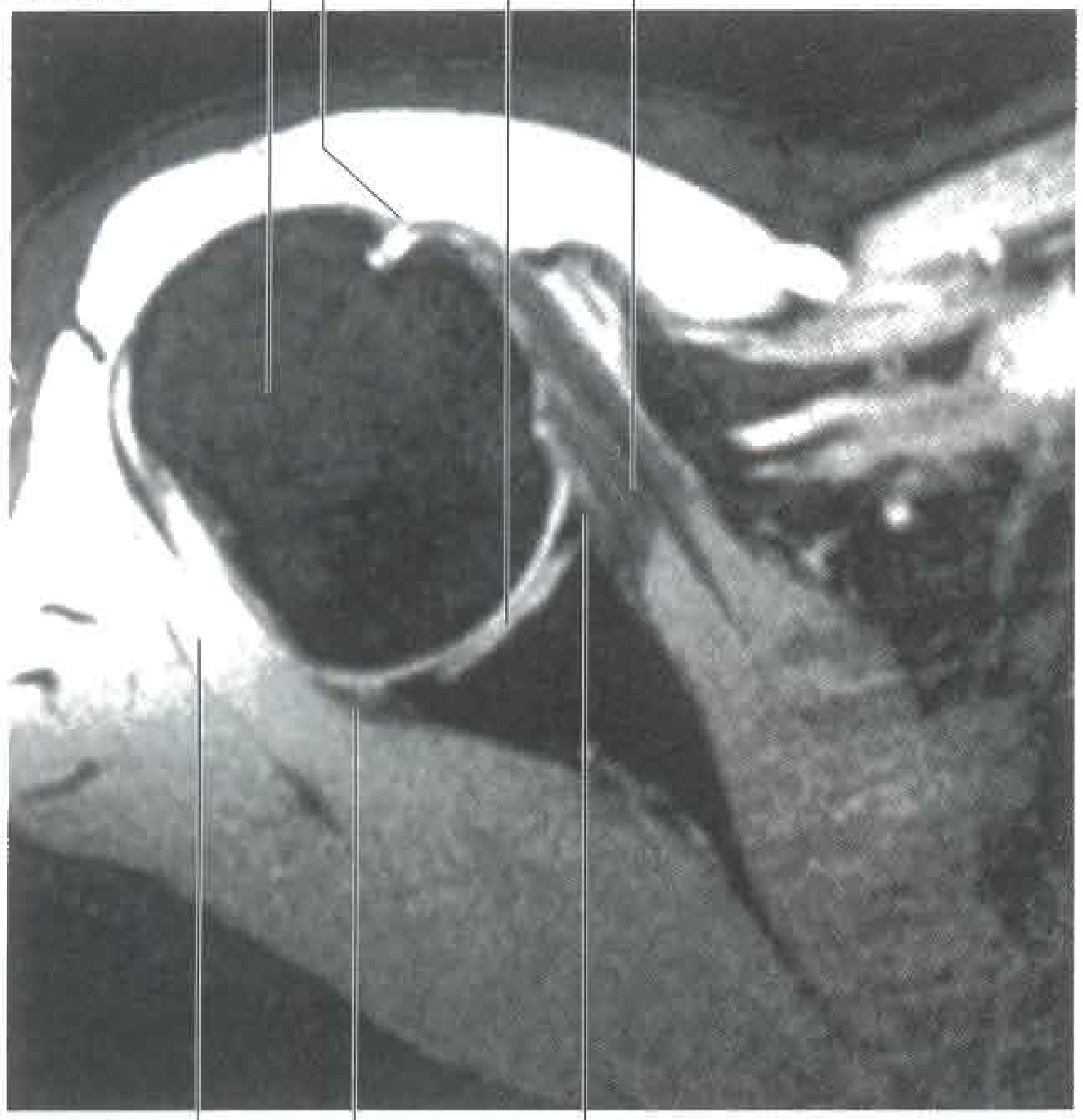


Fig. 7.45 Resonancia magnética de la articulación glenohumeral en el plano transverso u horizontal.

nor), el subescapular forma el manguito de los rotadores, que estabiliza la articulación glenohumeral.

El subescapular está inervado por ramos del plexo braquial (los **nervios subescapulares superior** e **inferior**) que se originan en la axila.

Redondo mayor y dorsal ancho

La cara inferolateral de la pared posterior de la axila está formada por la parte distal del músculo **redondo mayor** y por el tendón del músculo **dorsal ancho** (v. fig. 7.44). Estas dos estructuras se sitúan bajo el pliegue axilar posterior, que delimita el borde posteroinferior de la axila.

El tendón plano del músculo dorsal ancho rodea el borde inferior del músculo redondo mayor en la pared posterior para insertarse en el suelo del surco intertubercular del húmero, anterior y ligeramente superior a la inserción más distal del músculo redondo mayor en la cresta del tubérculo menor del surco intertubercular. Por tanto, el borde inferior del músculo redondo mayor marca el límite inferior de la axila en la zona lateral.

La arteria axilar se convierte en arteria braquial cuando cruza el borde inferior del músculo redondo mayor.

Cabeza larga del tríceps braquial

La **cabeza larga del músculo tríceps braquial** desciende verticalmente por la pared posterior de la axila y, junto con los músculos circundantes y los huesos cercanos, forma tres aberturas a través de las cuales pasan estructuras relevantes:

- El espacio cuadrangular.
- El espacio triangular.
- El intervalo triangular (v. fig. 7.44).

Puertas de entrada en la pared posterior

(v. también «Puertas de entrada a la región posterior de la escápula» y las figuras 7.36 y 7.37, págs. 638-641).

Espacio cuadrangular

El espacio cuadrangular sirve de pasaje a los nervios y vasos que pasan entre la axila y la región posterior de la escápula y la región deltoidea (v. fig. 7.44). Cuando se ve desde la zona anterior, sus límites están formados por:

- El borde inferior del músculo subescapular.
- El cuello quirúrgico del húmero.
- El borde superior del músculo redondo mayor.
- El borde lateral de la cabeza larga del músculo tríceps braquial.

A través del espacio cuadrangular pasan el nervio axilar y la arteria y la vena circunflejas humerales posteriores.

Espacio triangular

El **espacio triangular** es una zona de comunicación entre la axila y la región posterior de la escápula (v. fig. 7.44). Observado desde la zona anterior, está formado por:

- El borde medial de la cabeza larga del músculo tríceps braquial.
- El borde superior del músculo redondo mayor.
- El borde inferior del músculo subescapular.

Por este espacio pasan la arteria y vena circunflejas de la escápula.

Intervalo triangular

El intervalo triangular está formado por:

- El borde lateral de la cabeza larga del músculo tríceps braquial.
- El cuerpo del húmero.
- El borde inferior del músculo redondo mayor (v. fig. 7.44).

El nervio radial sale de la axila a través de este intervalo, para llegar al compartimento posterior del brazo.

Suelo

El suelo de la axila está formado por fascia y una zona de piel con forma de bóveda, que une el espacio entre los bordes inferiores de las paredes (fig. 7.46 y v. fig. 7.39B). Está reforzado por la fascia clavipectoral. *En el paciente, el pliegue axilar anterior es superior al pliegue axilar posterior.*

En la zona inferior, las estructuras entran y salen de la axila inmediatamente laterales al suelo, donde las paredes anterior y posterior de la axila se unen, y es el lugar donde la axila se continúa con el compartimento anterior del brazo.

Contenido

La axila está atravesada por los principales vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos de la extremidad superior. También contiene las partes proximales de dos músculos del brazo, el proceso axilar de la mama y estaciones de ganglios linfáticos, que drenan la extremidad superior y la pared torácica.

Las porciones proximales de los músculos bíceps braquial y coracobraquial pasan por la axila (tabla 7.6).

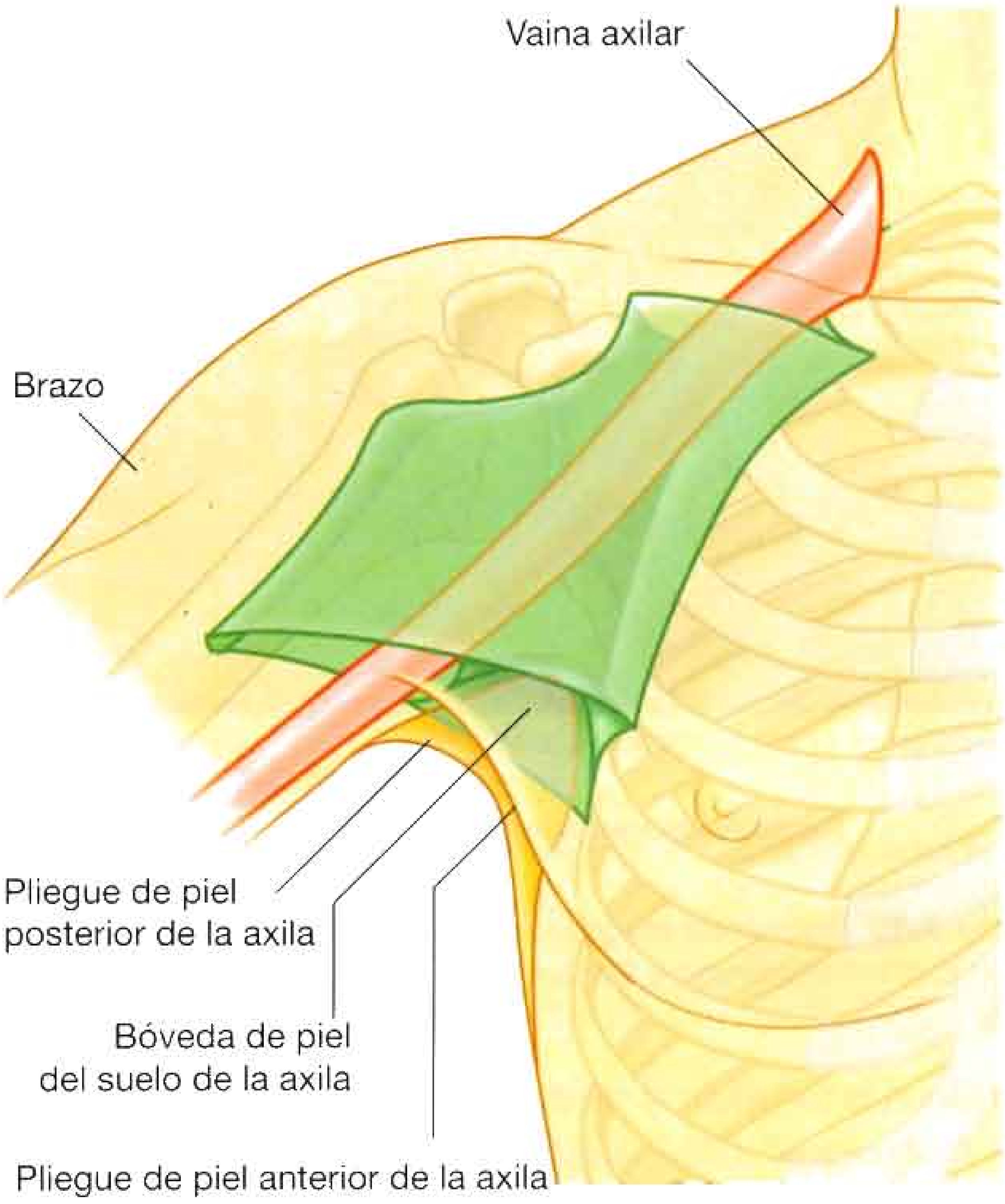


Fig. 7.46 Suelo de la axila.

Tabla 7.6 Músculos que tienen porciones que pasan por la axila (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Bíceps braquial	Cabeza larga: tubérculo supraglenoideo de la escápula; cabeza corta: vértice de la apófisis coracoides	Tuberosidad del radio	Nervio musculocutáneo (C5, **C6**)	Potente flexor del antebrazo en la articulación del codo y supinador del antebrazo; flexor accesorio del brazo en la articulación glenohumeral
Coracobraquial	Vértice de la apófisis coracoides	Rugosidad lineal en la cara medial de la mitad del cuerpo del húmero	Nervio musculocutáneo (C5, **C6**, C7)	Flexor del brazo en la articulación glenohumeral

Bíceps braquial

El músculo **bíceps braquial** se origina por la fusión de sus dos cabezas (fig. 7.47):

- La cabeza corta tiene su origen en el vértice de la apófisis coracoides de la escápula y se dirige verticalmente hacia la axila llegando al brazo, donde se une con la cabeza larga.
- La cabeza larga se origina como un tendón en el tubérculo supraglenoideo de la escápula, pasa sobre la cabeza del húmero, justo en profundidad a la cápsula articular de la articulación glenohumeral, y entra en el surco intertubercular, donde el ligamento transverso del húmero, que se extiende entre los tubérculos mayor y menor del húmero, mantiene su posición. El tendón atraviesa la axila en el surco intertubercular y forma un vientre muscular en la zona proximal del brazo.

Las cabezas larga y corta del músculo se unen en la zona distal del brazo y su principal inserción es en forma de un único tendón en la tuberosidad del radio del antebrazo.

El músculo bíceps braquial es sobre todo un potente flexor del antebrazo en la articulación del codo y un potente supinador del antebrazo. Ambas cabezas se originan en la escápula, por lo que este músculo también actúa como un flexor accesorio del brazo en la articulación glenohumeral. Además, la cabeza larga evita el desplazamiento superior del húmero en la cavidad glenoidea.

El músculo bíceps braquial está inervado por el nervio musculocutáneo.

Coracobraquial

El músculo **coracobraquial**, junto con la cabeza corta del bíceps braquial, se origina en el vértice de la apófisis cora-

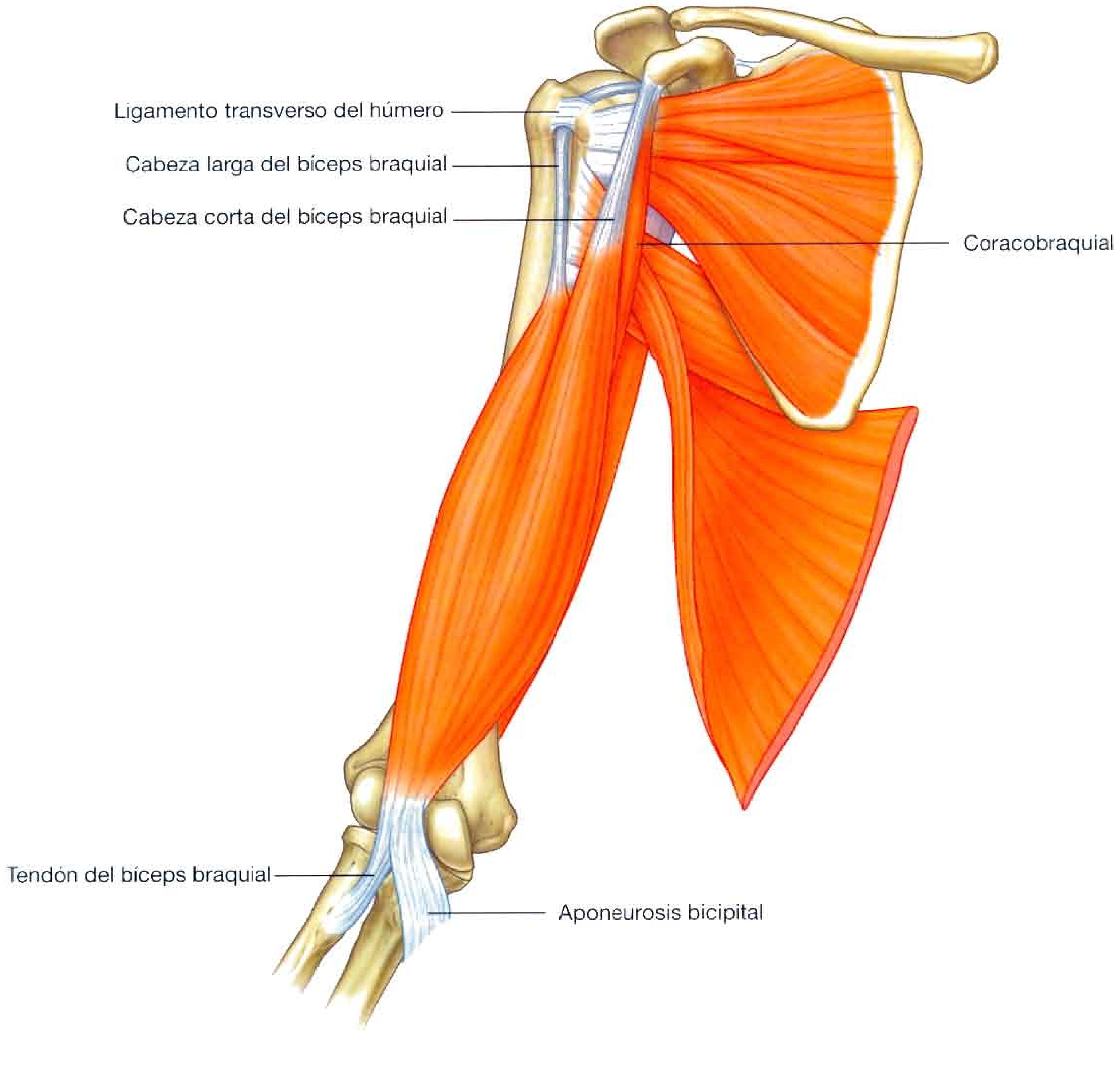


Fig. 7.47 Contenido de la axila: músculos.

coides (fig. 7.47). Se dirige verticalmente por la axila, para insertarse en una pequeña rugosidad lineal situada en la cara medial del húmero, aproximadamente en la mitad de su cuerpo.

El músculo coracobraquial flexiona el brazo en la articulación glenohumeral.

En la axila, la superficie medial de este músculo es perforada por el nervio musculocutáneo, que le inerva y sale de él para alcanzar el brazo.

Arteria axilar

La arteria axilar irriga las paredes de la axila y las regiones cercanas, y continúa para convertirse en la principal fuente de irrigación de las zonas más distales de la extremidad superior (fig. 7.48).

La arteria subclavia en el cuello se convierte en arteria axilar en el borde lateral de la I costilla, y discurre por la axila. En el borde inferior del músculo redondo mayor se convierte en arteria braquial.

La arteria axilar queda dividida en tres partes por el músculo pectoral menor, que cruza anteriormente la arteria (fig. 7.48):

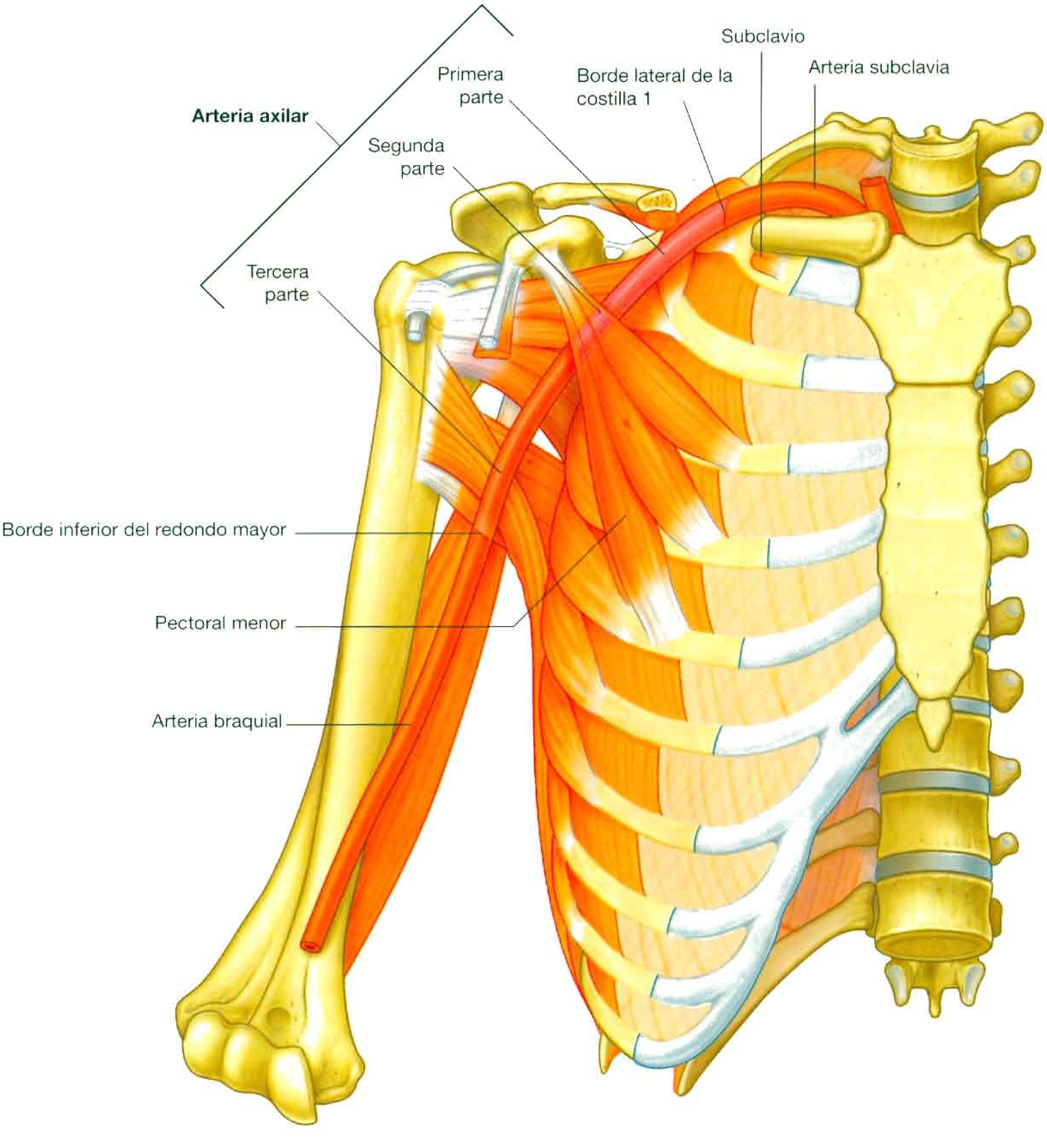


Fig. 7.48 Contenido de la axila: la arteria axilar.

- La primera parte es la zona proximal al pectoral menor.
- La segunda parte se sitúa posterior al pectoral menor.
- La tercera parte es distal al pectoral menor.

Por lo general, la arteria axilar origina seis ramas:

- Una rama, la **arteria torácica superior,** se origina de la primera parte.
- La segunda parte da dos ramas: la **arteria toracoacromial** y la **arteria torácica lateral**.
- La tercera parte da lugar a tres ramas: la **arteria subescapular,** la **arteria circunfleja humeral anterior** y la **arteria circunfleja humeral posterior** (fig. 7.49).

Arteria torácica superior

La arteria torácica superior es una rama pequeña que se origina en la superficie anterior de la primera parte de la arteria axilar (fig. 7.49). Irriga las regiones superiores de las paredes medial y anterior de la axila.

Arteria toracoacromial

La arteria toracoacromial es una rama corta, que se origina en la superficie anterior de la segunda parte de la arteria axilar, justo posterior al borde medial (superior) del músculo pectoral menor (fig. 7.49). Rodea el borde superior del múscu-

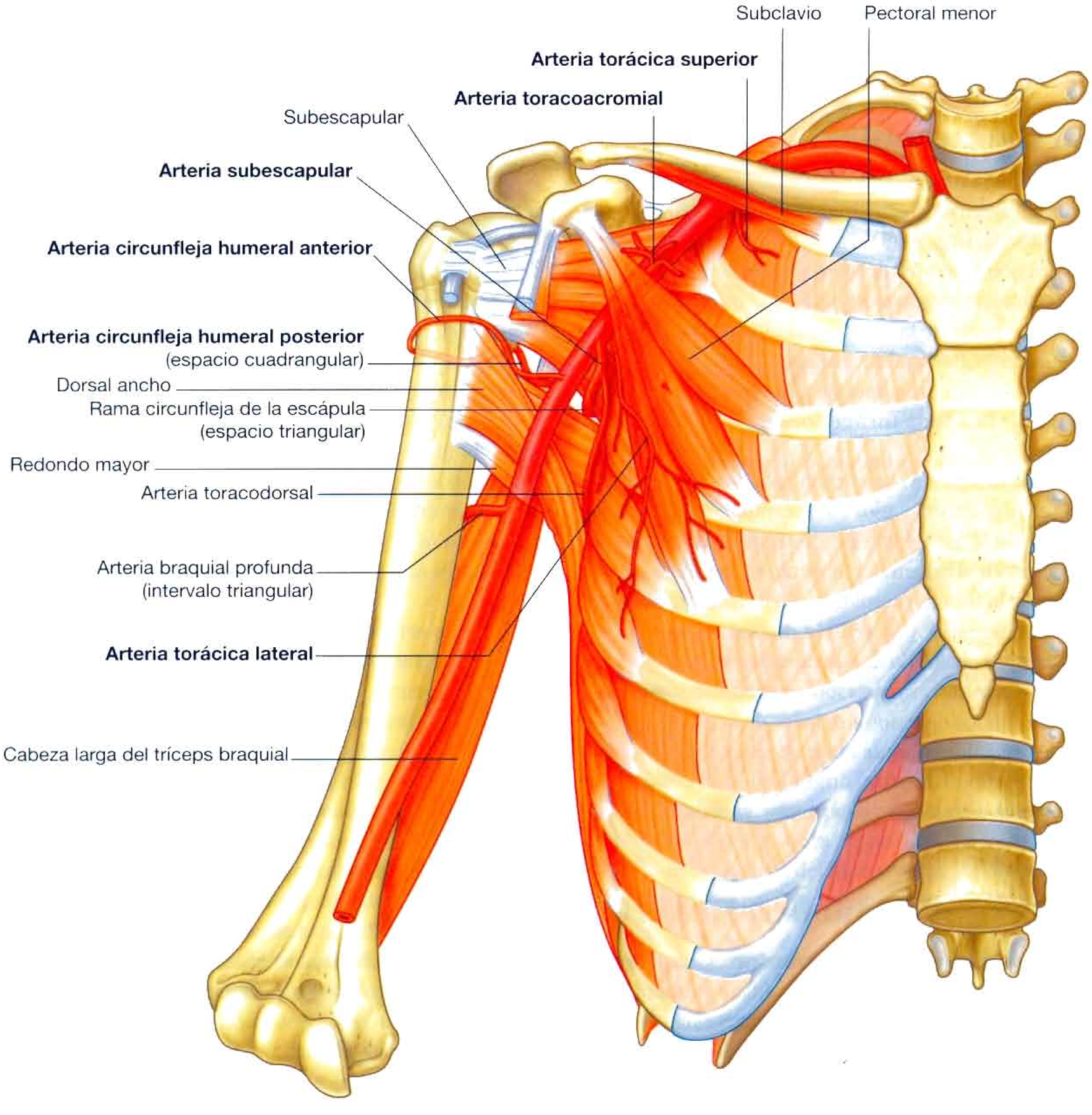


Fig. 7.49 Ramas de la arteria axilar.

lo y atraviesa la fascia clavipectoral. Inmediatamente después se divide en cuatro ramas: las ramas pectoral, deltoidea, clavicular y acromial, que irrigan la pared axilar anterior y las regiones cercanas.

Además, la rama pectoral contribuye a irrigar la mama, y la rama deltoidea pasa por el triángulo clavipectoral, donde acompaña a la vena cefálica e irriga las estructuras adyacentes (v. fig. 7.40).

Arteria torácica lateral

La arteria torácica lateral se origina en la superficie anterior de la segunda parte de la arteria axilar, posterior al borde lateral (inferior) del pectoral menor (fig. 7.49). Sigue el borde del músculo por la pared torácica e irriga las paredes medial y anterior de la axila. En las mujeres emite ramas alrededor del borde inferior del músculo pectoral mayor y colabora en la irrigación de la mama.

Arteria subescapular

La arteria subescapular es la rama de mayor tamaño de la arteria axilar y constituye el principal vaso que irriga la pared posterior de la axila (fig. 7.49). También colabora en la irrigación de la región posterior de la escápula.

La arteria subescapular se origina en la superficie posterior de la tercera parte de la arteria axilar, sigue el borde inferior del músculo subescapular durante un trayecto corto y se divide en sus dos ramas terminales: la arteria **circunfleja de la escápula** y la arteria **toracodorsal.**

- La arteria circunfleja de la escápula pasa por el espacio triangular, entre los músculos subescapular, redondo mayor y cabeza larga del tríceps. Posteriormente, discurre inferior o perfora el origen del músculo redondo menor para alcanzar la fosa infraespinosa. Se anastomosa con la arteria supraescapular y la **arteria dorsal de la escápula,** rama profunda de la arteria cervical transversa. Por tanto, esta arteria contribuye a formar un plexo anastomótico de vasos alrededor de la escápula.
- La arteria toracodorsal sigue aproximadamente el borde lateral de la escápula hasta el ángulo inferior. Colabora en la irrigación de las paredes posterior y medial de la axila.

Arteria circunfleja humeral anterior

La **arteria circunfleja humeral anterior** es un vaso pequeño, si se compara con la arteria circunfleja humeral posterior. Se origina en la cara lateral de la tercera parte de la arteria axilar (fig. 7.49). Se extiende por la zona anterior del cuello quirúrgico del húmero y se anastomosa con la arteria circunfleja humeral posterior.

La arteria circunfleja humeral anterior ofrece ramas para los tejidos circundantes, como la articulación glenohumeral y la cabeza del húmero.

Arteria circunfleja humeral posterior

La **arteria circunfleja humeral posterior** se origina en la superficie lateral de la tercera parte de la arteria axilar, inmediatamente posterior al origen de la arteria circunfleja humeral anterior (fig. 7.49). Junto con el nervio axilar, deja la axila a través del espacio cuadrangular, entre los músculos redondo mayor, redondo menor y la cabeza larga del músculo tríceps braquial y el cuello quirúrgico del húmero.

Esta arteria rodea el cuello quirúrgico del húmero e irriga los músculos de alrededor y la articulación glenohumeral. Se anastomosa con la arteria circunfleja humeral anterior y con ramas de las arterias braquial profunda, supraescapular y toracoacromial.

Vena axilar

La vena axilar comienza en el borde inferior del músculo redondo mayor y es la continuación de la vena basílica (fig. 7.50), una vena superficial que drena la cara posteromedial de la mano y el antebrazo, y que perfora la fascia profunda en la mitad del brazo.

La vena axilar pasa por la axila medial y anterior a la arteria axilar, y cuando cruza el borde lateral de la I costilla en la entrada de la axila se convierte en vena subclavia. Las venas tributarias de la axilar suelen seguir el trayecto de las ramas de la arteria axilar. Otras tributarias son las venas braquiales que siguen a la arteria braquial, y la vena cefálica.

La vena cefálica es una vena superficial que drena las superficies posterior y lateral de la mano, el antebrazo y el brazo. En el hombro, pasa a través de una hendidura con forma de triángulo invertido (el triángulo clavipectoral), situada entre los músculos deltoides, pectoral mayor y la clavícula. En la parte superior del triángulo clavipectoral, la vena cefálica se sitúa más profunda que la porción clavicular del músculo pectoral mayor, y perfora la fascia clavipectoral para unirse a la vena axilar. *Muchos pacientes que se encuentran en estado crítico presentan una pérdida de sangre o líquido que precisa reposición. Para ello es necesario lograr un acceso a una vena periférica. Los lugares que se suelen utilizar como accesos venosos son la vena cefálica, adyacente a la tabaquera anatómica, o las venas antecubitales, que se sitúan en los tejidos superficiales de la fosa del codo.*

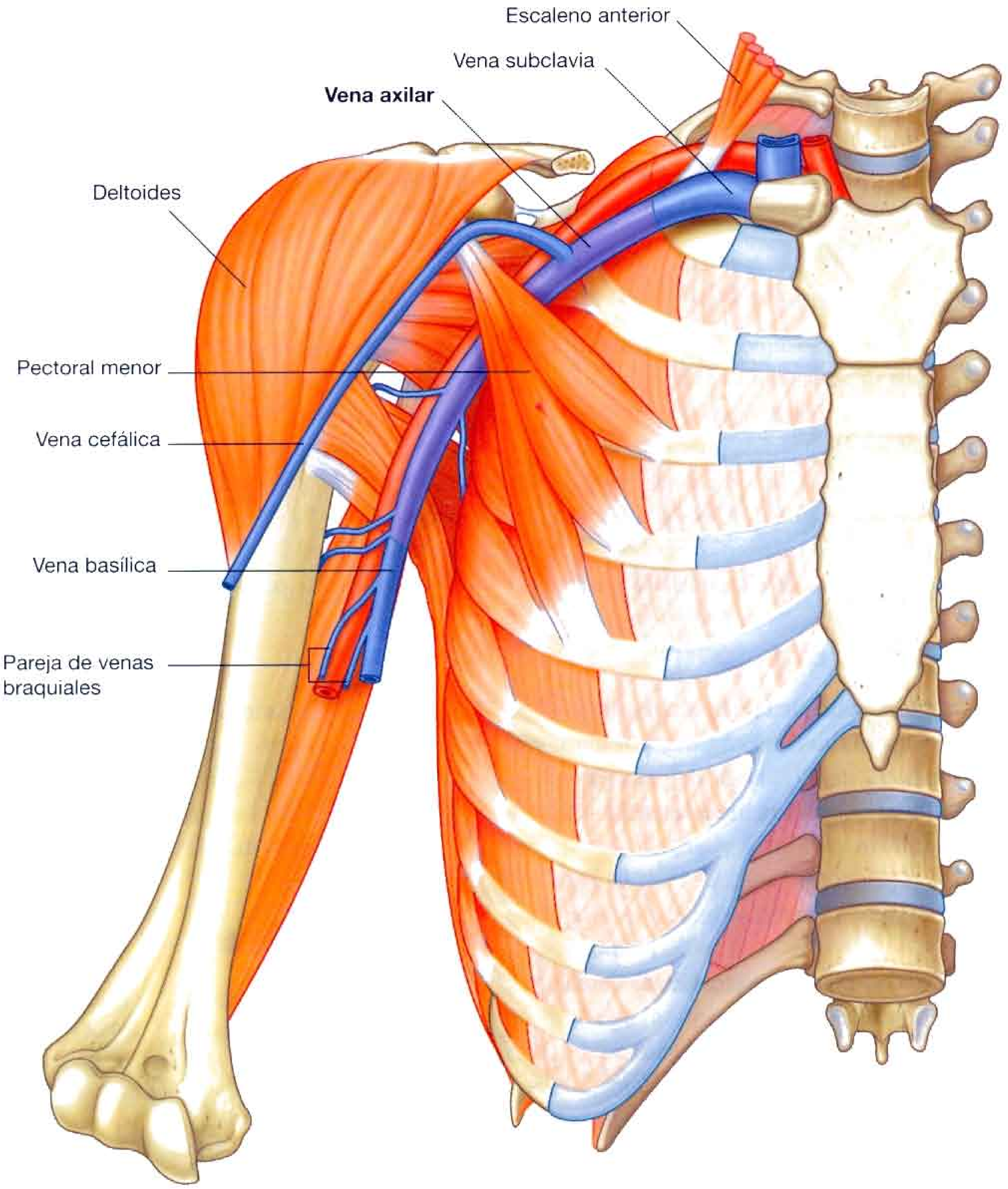


Fig. 7.50 Vena axilar.

Conceptos prácticos

Técnicas de imagen de la irrigación de la extremidad superior

Cuando existen datos clínicos de compromiso vascular de la extremidad superior, o se precisan accesos vasculares para realizar una fístula arteriovenosa (necesaria para realizar la diálisis renal), se requieren técnicas de imagen para valorar los vasos.

La ecografía es útil para hacer una valoración no invasiva de los vasos de la extremidad superior, desde la tercera parte de la arteria subclavia hasta las arterias palmares superficial y profunda. Se puede cuantificar el flujo sanguíneo y apreciar variantes anatómicas.

En determinados casos es preciso realizar una angiografía. Se canaliza la arteria femoral por debajo del ligamento inguinal, y se inserta un catéter largo por las arterias ilíacas y el cayado de la aorta, para acceder a la arteria subclavia izquierda o al tronco braquiocefálico, y desde ahí hacia la arteria subclavia derecha. Se inyecta un contraste radioopaco en el interior de los vasos, y se obtienen radiografías a medida que el contraste pasa primero por las arterias, después por los capilares y finalmente por las venas.

Conceptos prácticos

Traumatismos de las arterias de la extremidad superior

La irrigación arterial de la extremidad superior es especialmente susceptible a los traumatismos en los lugares donde se encuentra relativamente fijada o en las zonas donde discurre por planos subcutáneos.

Fractura de la I costilla

La arteria subclavia deja el cuello en dirección a la axila. En la cara superior de la I costilla su posición está fijada por los músculos que la rodean. Un traumatismo torácico superior que produzca lesión por desaceleración rápida puede causar una fractura de la primera costilla, capaz de comprometer de forma significativa la parte distal de la arteria subclavia o la primera parte de la arteria axilar. Por fortuna existen conexiones anastomóticas entre las ramas de la arteria subclavia y la arteria axilar, que forman un plexo alrededor de la escápula y el extremo proximal del húmero; por tanto, aunque se produzca una sección completa de los vasos, es infrecuente que el brazo quede completamente isquémico (la isquemia es la irrigación insuficiente de un órgano o una extremidad).

Luxación anterior de la cabeza del húmero

La luxación anterior de la cabeza del húmero puede comprimir la arteria axilar y producir así una oclusión del vaso. Es poco probable que la extremidad superior quede completamente isquémica, pero puede ser necesario realizar una reconstrucción quirúrgica de la arteria axilar, para que se recupere una función sin dolor. Se debe considerar que la arteria axilar está íntimamente relacionada con el plexo braquial, que se puede lesionar durante la luxación anterior.

Plexo braquial

El plexo braquial es un plexo somático formado por los ramos anteriores de los nervios espinales de C5 a C8, y por la mayor parte del ramo anterior de T1 (fig. 7.51). Se origina en el cuello, se dirige lateral e inferior sobre la primera costilla, y entra en la axila.

De medial a lateral, las partes del plexo braquial son las raíces, los troncos, las divisiones y los fascículos. Todos los principales nervios que inervan la extremidad superior se originan en el plexo braquial, sobre todo en los fascículos. Las partes proximales del plexo braquial se sitúan posteriores a la

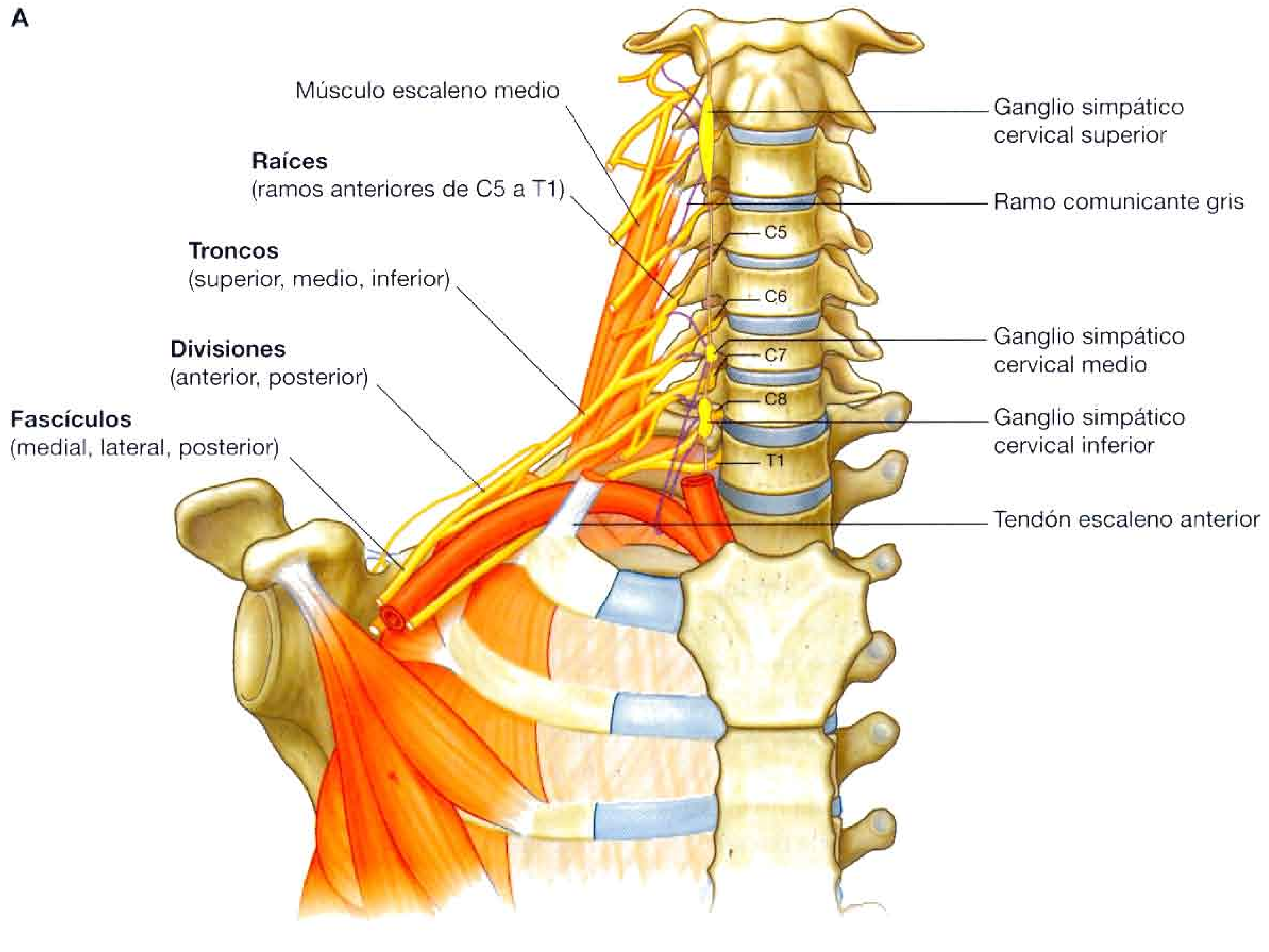


Fig. 7.51 Plexo braquial. **A.** Componentes principales en el cuello y en la axila.

Continúa

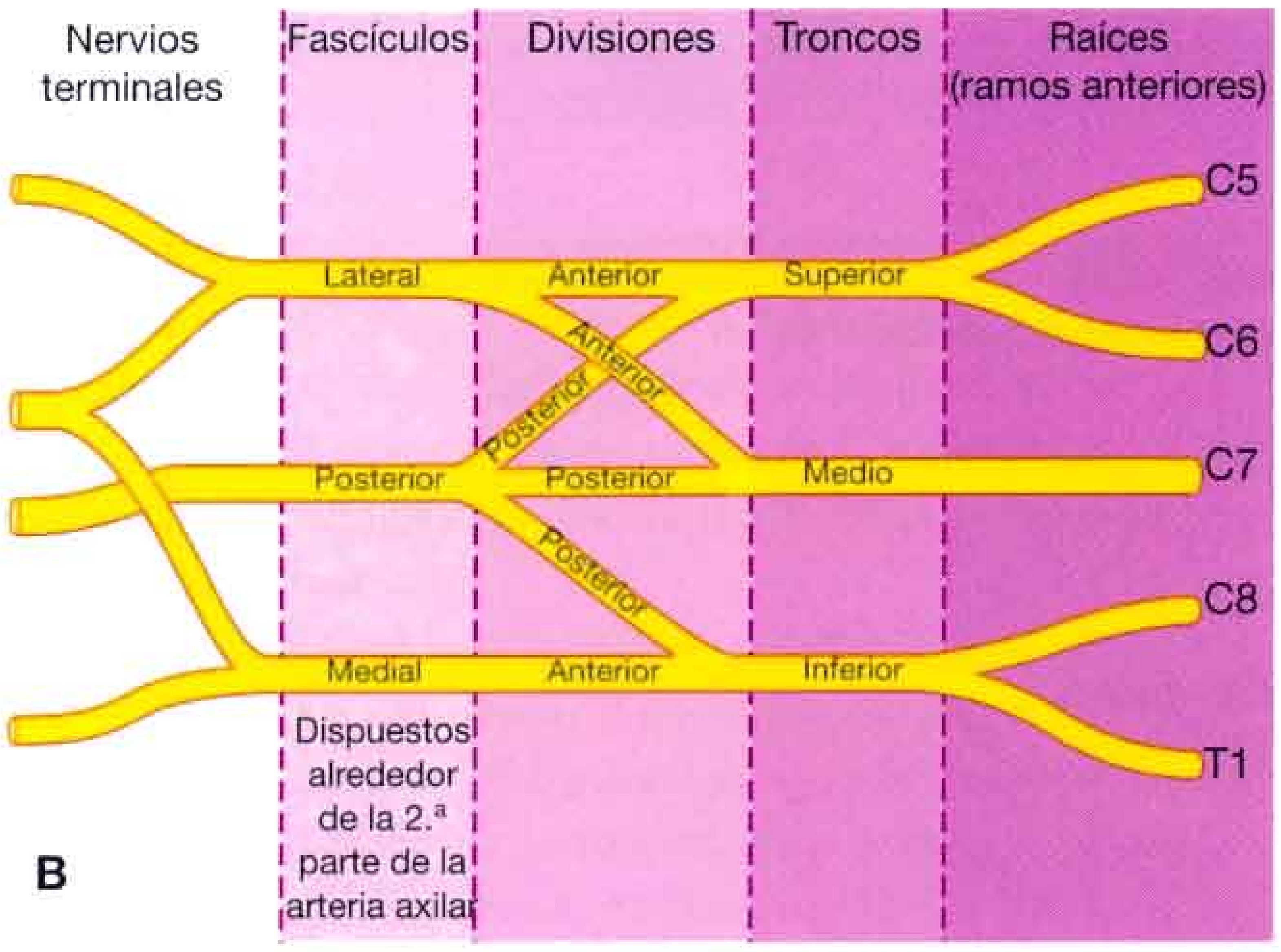


Fig. 7.51 ***(cont.)*** Plexo braquial. **B.** Esquema que muestra las diferentes partes del plexo.

arteria subclavia en el cuello, mientras que las partes más distales del plexo rodean a la arteria axilar.

Raíces

Las raíces del plexo braquial son los ramos anteriores de C5 a C8 y la mayor parte de T1. Cerca de su origen, las raíces reciben los **ramos comunicantes grises** del tronco simpático (fig. 7.51). Éstos llevan las fibras posganglionares simpáticas a las raíces, para que se distribuyan por la periferia. Las raíces y los troncos se sitúan en el **triángulo posterior** del cuello, pasando entre los músculos escaleno anterior y escaleno medio, y en un plano superior y posterior a la arteria subclavia.

Troncos

Los tres troncos del plexo braquial se originan en las raíces, pasan lateralmente sobre la I costilla y entran en la axila (fig. 7.51):

- El tronco superior está formado por la unión de las raíces C5 y C6.
- El tronco medio es la continuación de la raíz C7.
- El tronco inferior se forma por la unión de las raíces C8 y T1.

El tronco inferior se sitúa sobre la I costilla, posterior a la arteria subclavia; los troncos medio y superior tienen una posición más superior.

Divisiones

Cada uno de los troncos se divide en una **división anterior** y una **posterior** (fig. 7.51):

- Las tres divisiones anteriores forman la parte del plexo braquial que dará los nervios periféricos encargados de inervar los compartimentos anteriores del brazo y el antebrazo.
- Las tres divisiones posteriores se combinan para formar los nervios relacionados con los compartimentos posteriores.

No existe ningún nervio periférico que se origine directamente de las divisiones del plexo braquial.

Fascículos

Los tres fascículos del plexo braquial se originan de las divisiones y se relacionan con la segunda parte de la arteria axilar (fig. 7.51).

- El **fascículo lateral** se forma por la unión de las divisiones anteriores de los troncos superior y medio, y por tanto deriva de C5 a C7; se sitúa lateral a la segunda parte de la arteria axilar.
- El **fascículo medial** se ubica medial a la segunda parte de la arteria axilar y es la continuación de la división anterior del tronco inferior; por tanto, recibe aportaciones de C8 y T1.
- El **fascículo posterior** se encuentra posterior a la segunda parte de la arteria axilar y se forma por la unión de las tres divisiones posteriores; recibe aportaciones de todas las raíces del plexo braquial (C5 a T1).

La mayoría de los nervios periféricos de la extremidad superior se origina en los fascículos del plexo braquial. Por lo general, los nervios de los compartimentos anteriores de la extremidad superior surgen de los fascículos medial y lateral, y los nervios relacionados con los compartimentos posteriores se originan en el fascículo posterior.

Ramos (tabla 7.7)

Ramos de las raíces

Además de los pequeños ramos segmentarios de C5 a C8 para los músculos del cuello y las aportaciones de C5 al nervio frénico, las raíces del plexo braquial dan lugar a los nervios dorsal de la escápula y torácico largo (fig. 7.52).

Tabla 7.7 Ramos del plexo braquial (los niveles entre paréntesis indican que ese segmento es un componente secundario o que no está presente de manera constante en el nervio)

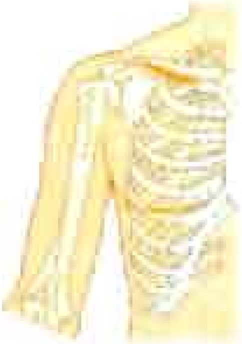
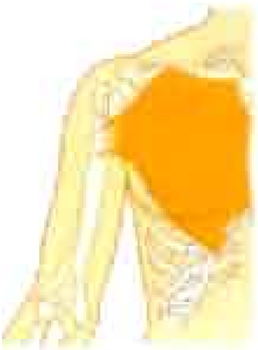
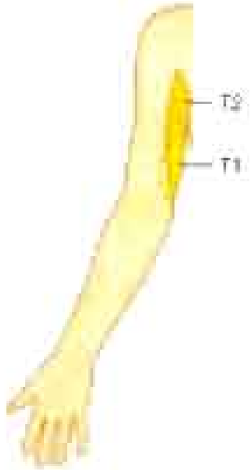
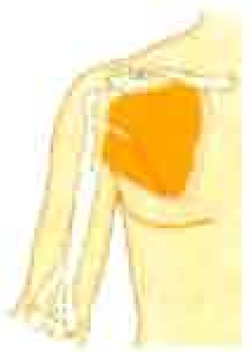
Ramo (cutáneo)		
Dorsal de la escápula Origen: raíz C5 Segmento espinal: C5		**Función: motora** Romboides mayor, romboides menor
Torácico largo Origen: raíces C5 a C7 Segmentos espinales: C5 a C7		**Función: motora** Serrato anterior
Supraescapular Origen: tronco superior Segmentos espinales: C5, C6		**Función: motora** Supraespinoso, infraespinoso
Nervio subclavio Origen: tronco superior Segmentos espinales: C5, C6		**Función: motora** Subclavio
Pectoral lateral Origen: fascículo lateral Segmentos espinales: C5 a C7		**Función: motora** Pectoral mayor
Musculocutáneo Origen: fascículo lateral Segmentos espinales: C5 a C7		**Función: motora** Todos los músculos del compartimento anterior del brazo **Función: sensitiva** Piel de la cara lateral del antebrazo
Pectoral medial Origen: fascículo medial Segmentos espinales: C8, T1		**Función: motora** Pectoral mayor, pectoral menor
Cutáneo medial del brazo Origen: fascículo medial Segmentos espinales: C8, T1		**Función: sensitiva** Piel de la cara medial del tercio distal del brazo

Tabla 7.7 *(cont.)* Ramos del plexo braquial (los niveles entre paréntesis indican que ese segmento es un componente secundario o que no está presente de manera constante en el nervio)

Ramo (cutáneo)		
Cutáneo medial del antebrazo Origen: fascículo medial Segmentos espinales: C8, T1		**Función: sensitiva** Piel de la cara medial del antebrazo
Mediano Origen: fascículos lateral y medial Segmentos espinales: (C5), C6 a T1		**Función: motora** Todos los músculos del compartimento anterior del antebrazo (excepto el flexor cubital del carpo y la mitad medial del flexor profundo de los dedos), los tres músculos de la eminencia tenar del pulgar y los dos músculos lumbricales laterales **Función: sensitiva** Piel de la superficie palmar de los tres dedos laterales y la mitad lateral del cuarto, y piel de la cara lateral de la palma y mitad de la muñeca
Cubital Origen: fascículo medial Segmentos espinales: (C7), C8, T1		**Función: motora** Todos los músculos intrínsecos de la mano (excepto los tres músculos de la eminencia tenar y los dos lumbricales laterales); también el flexor cubital del carpo y la mitad medial del flexor profundo de los dedos en el antebrazo **Función: sensitiva** Piel de la superficie palmar del quinto dedo y mitad medial del cuarto y la zona de la palma y la muñeca relacionadas; piel de la superficie dorsal del quito dedo y mitad medial del cuarto
Subescapular superior Origen: fascículo posterior Segmentos espinales: C5, C6		**Función: motora** Subescapular
Toracodorsal Origen: fascículo posterior Segmentos espinales: C6 a C8		**Función: motora** Dorsal ancho
Subescapular inferior Origen: fascículo posterior Segmentos espinales: C5, C6		**Función: motora** Subescapular, redondo mayor
Axilar Origen: fascículo posterior Segmentos espinales: C5, C6		**Función: motora** Deltoides, redondo menor **Función: sensitiva** Piel de la zona superolateral del brazo
Radial Origen: fascículo posterior Segmentos espinales: C5 a C8 (T1)		**Función: motora** Todos los músculos de los compartimentos posteriores del brazo y del antebrazo **Función: sensitiva** Piel de la zona posterior del brazo y del antebrazo, de la superficie lateral inferior del brazo y de la superficie dorsolateral de la mano

El **nervio dorsal de la escápula:**

- Se origina de la raíz C5 del plexo braquial.
- Se dirige en sentido posterior, en ocasiones perforando el músculo escaleno medio en el cuello, para llegar y discurrir por el borde medial de la escápula (fig. 7.53).
- Inerva los músculos romboides mayor y menor desde sus superficies profundas.

El **nervio torácico largo:**

- Se origina de los ramos anteriores de C5 a C7.
- Desciende verticalmente por el cuello, atraviesa la entrada de la axila, y desciende por la pared medial de la axila para inervar el músculo serrato anterior (v. fig. 7.52).
- Se sitúa en la cara superficial del músculo serrato anterior.

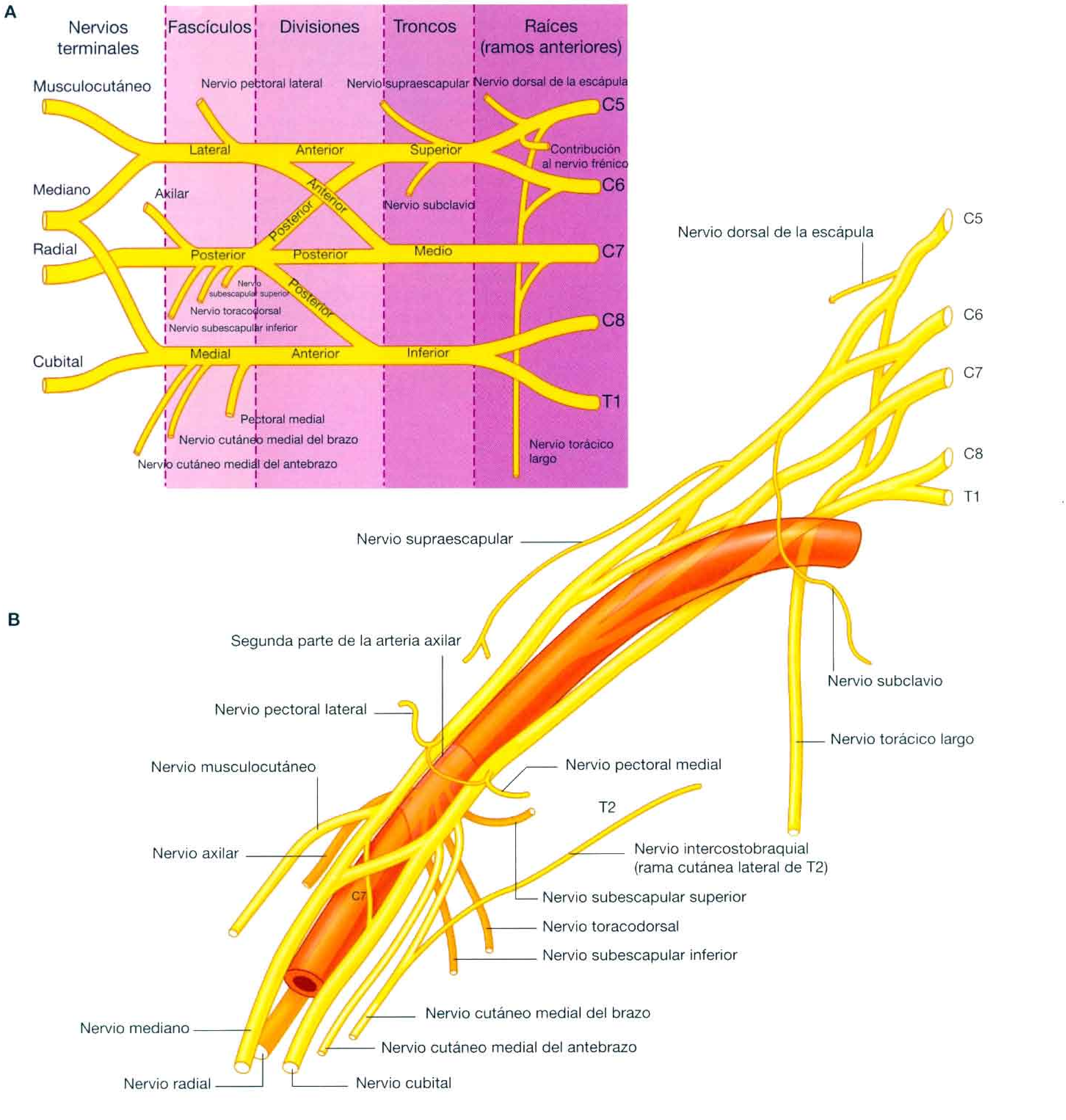


Fig. 7.52 Plexo braquial. **A.** Esquema que muestra los ramos del plexo braquial. **B.** Relaciones con la arteria axilar.

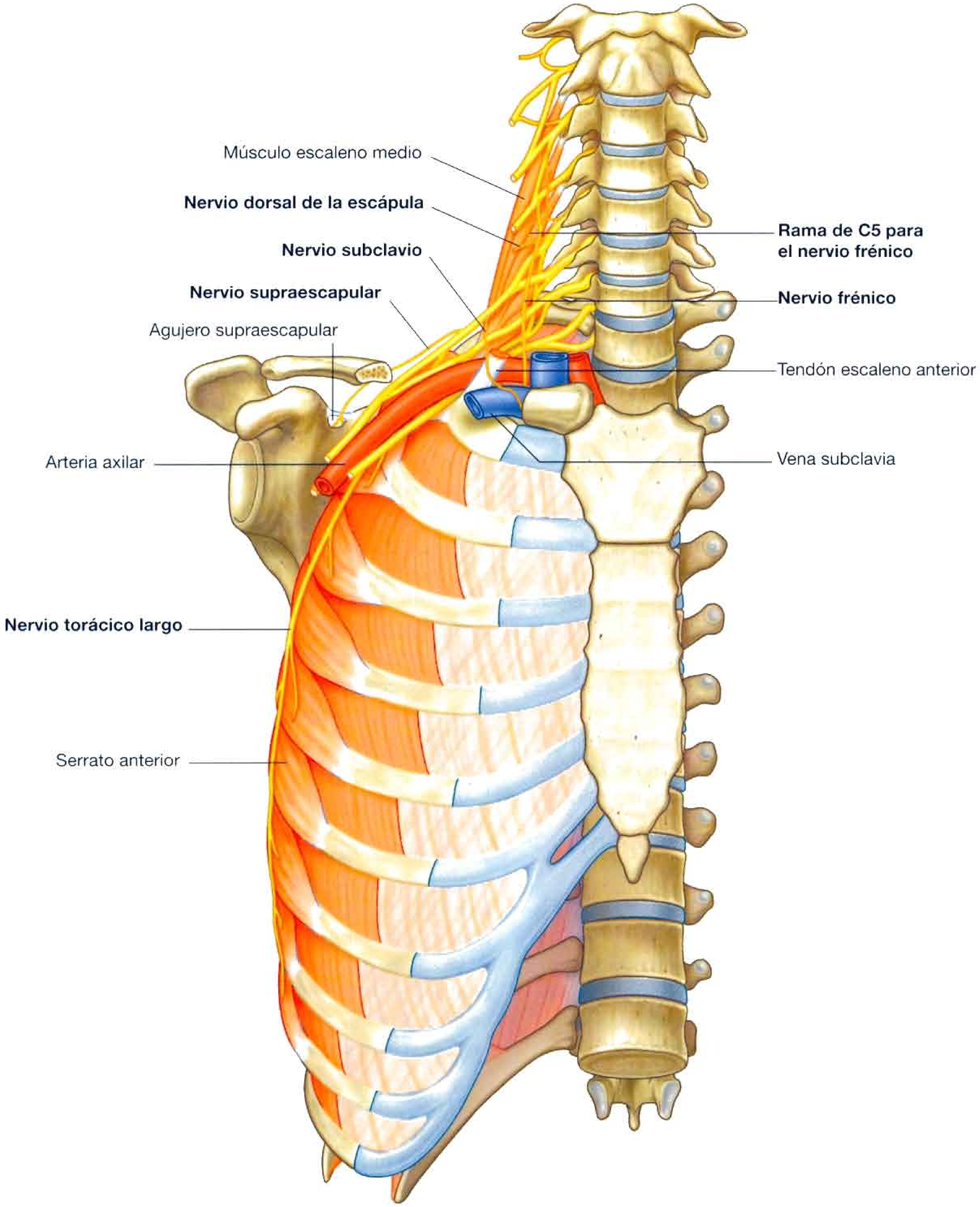


Fig. 7.53 Ramos de las raíces y los troncos del plexo braquial.

Ramos de los troncos

Los únicos ramos que surgen de los troncos del plexo braquial son dos nervios que se originan en el tronco superior: el nervio supraescapular y el nervio del músculo subclavio (v. fig. 7.52).

El **nervio supraescapular** (C5 y C6):

- Se origina en el tronco superior del plexo braquial.
- Se dirige lateralmente, a través del triángulo posterior del cuello (fig. 7.53), y por el agujero supraescapular para entrar en la región posterior de la escápula.
- Inerva los músculos supraespinoso e infraespinoso.
- En la zona lateral del cuello y en la región posterior de la escápula va acompañado por la arteria supraescapular.

El **nervio subclavio** (C5 y C6) es un pequeño nervio que:

- Se origina en el tronco superior del plexo braquial.
- Se dirige anteroinferiormente sobre la arteria y la vena subclavias.
- Inerva el músculo subclavio.

Ramos del fascículo lateral

Hay tres nervios que se originan total o parcialmente en el fascículo lateral (v. fig. 7.52).

- El **nervio pectoral lateral** es el ramo más proximal del fascículo lateral. Se dirige anteriormente, junto con la arteria toracoacromial, perforando la fascia clavipectoral, que abarca el espacio entre los músculos subclavio y pectoral menor (fig. 7.54), e inerva el músculo pectoral mayor.
- El **nervio musculocutáneo** es un gran ramo terminal del fascículo lateral. Se dirige lateralmente para perforar el músculo coracobraquial y discurre entre el músculo bíceps braquial y el músculo braquial en el brazo. Inerva los tres músculos flexores del compartimento anterior del brazo. Termina como **nervio cutáneo lateral del antebrazo.**
- La **raíz lateral del nervio mediano** es el ramo terminal de mayor tamaño del fascículo lateral. Se dirige en sentido medial para unirse a un ramo similar del fascículo medial y formar el nervio mediano (fig. 7.54).

Ramos del fascículo medial

El fascículo medial tiene cinco ramos (fig. 7.54):

- El **nervio pectoral medial** es el ramo más proximal. Recibe un ramo comunicante del nervio pectoral lateral y después se dirige anteriormente entre la arteria y la vena axilares. Hay ramos del nervio que perforan e inervan el músculo pectoral menor. Algunos de estos ramos atraviesan el músculo para alcanzar e inervar el músculo pectoral mayor. En ocasiones, algunos ramos rodean el borde inferior o lateral del músculo pectoral menor para alcanzar el músculo pectoral mayor.
- El **nervio cutáneo medial del brazo** (nervio accesorio del braquial cutáneo interno) atraviesa la axila y el brazo, donde perfora la fascia profunda e inerva la piel de la superficie medial del tercio distal del brazo. En la axila, este nervio se comunica con el **nervio intercostobraquial** de T2. Las fibras del nervio cutáneo medial del brazo inervan la parte superior de la cara medial del brazo y el suelo de la axila.
- El **nervio cutáneo medial del antebrazo** (nervio cutáneo antebraquial medial) se origina inmediatamente distal al origen del nervio cutáneo medial del brazo. Sale de la axila y llega al brazo, donde da un ramo para la piel situada sobre el músculo bíceps braquial. Después continúa descendiendo por el brazo para perforar la fascia profunda junto con la vena basílica y dirigirse inferiormente para inervar la piel situada sobre la superficie anterior del antebrazo. Inerva la piel de la superficie medial del antebrazo hasta la muñeca.
- La **raíz medial del nervio mediano** se dirige en sentido lateral para unirse con una raíz similar que procede del fascículo lateral para formar el nervio mediano, anterior a la tercera parte de la arteria axilar.
- El **nervio cubital** es un gran ramo terminal del fascículo medial (fig. 7.54). Cerca de su origen, sin embargo, suele recibir un ramo comunicante de la raíz lateral del nervio mediano, que se origina en el fascículo lateral y que porta fibras de C7. El nervio cubital pasa por el brazo y el antebrazo y alcanza la mano, donde inerva todos los músculos intrínsecos de ésta (excepto los tres músculos de la eminencia tenar y los dos músculos lumbricales laterales). En su trayecto por el antebrazo, da lugar a ramos para inervar el músculo flexor cubital del carpo y la mitad medial del músculo flexor profundo de los dedos. El nervio cubital inerva la piel situada sobre la superficie palmar del quinto dedo, la mitad medial del cuarto dedo, la piel adyacente de la palma y la muñeca, y la de la superficie dorsal de la zona medial de la mano.

Nervio mediano

El nervio mediano se forma en la región anterior de la tercera parte de la arteria axilar, por la unión de las raíces lateral y medial, que se originan a partir de los fascículos lateral y medial del plexo braquial (fig. 7.54). Llega al brazo anterior a la arteria braquial y discurre por el brazo hasta el antebrazo, donde emite ramos que inervan la mayoría de los músculos de su compartimento anterior (excepto el músculo flexor cubital del carpo y la mitad medial del músculo flexor profundo de los dedos, que son inervados por el nervio cubital).

El nervio mediano se continúa por la mano para inervar:

- Los tres músculos de la eminencia tenar, asociados con el pulgar.
- Los dos músculos lumbricales laterales que se relacionan con los movimientos de los dedos índice y medio.
- La piel de la superficie palmar de los tres dedos laterales y la mitad lateral del segundo, así como la cara lateral de la palma y la mitad de la muñeca.

El nervio musculocutáneo, la raíz lateral del nervio mediano, el nervio mediano, la raíz medial del nervio mediano y el nervio cubital forman una M sobre la tercera parte de la arteria axilar (fig. 7.54). Este hecho, junto con el lugar en el que el nervio musculocutáneo perfora el músculo coracobraquial, se pueden aprovechar para identificar los componentes del plexo braquial en la axila.

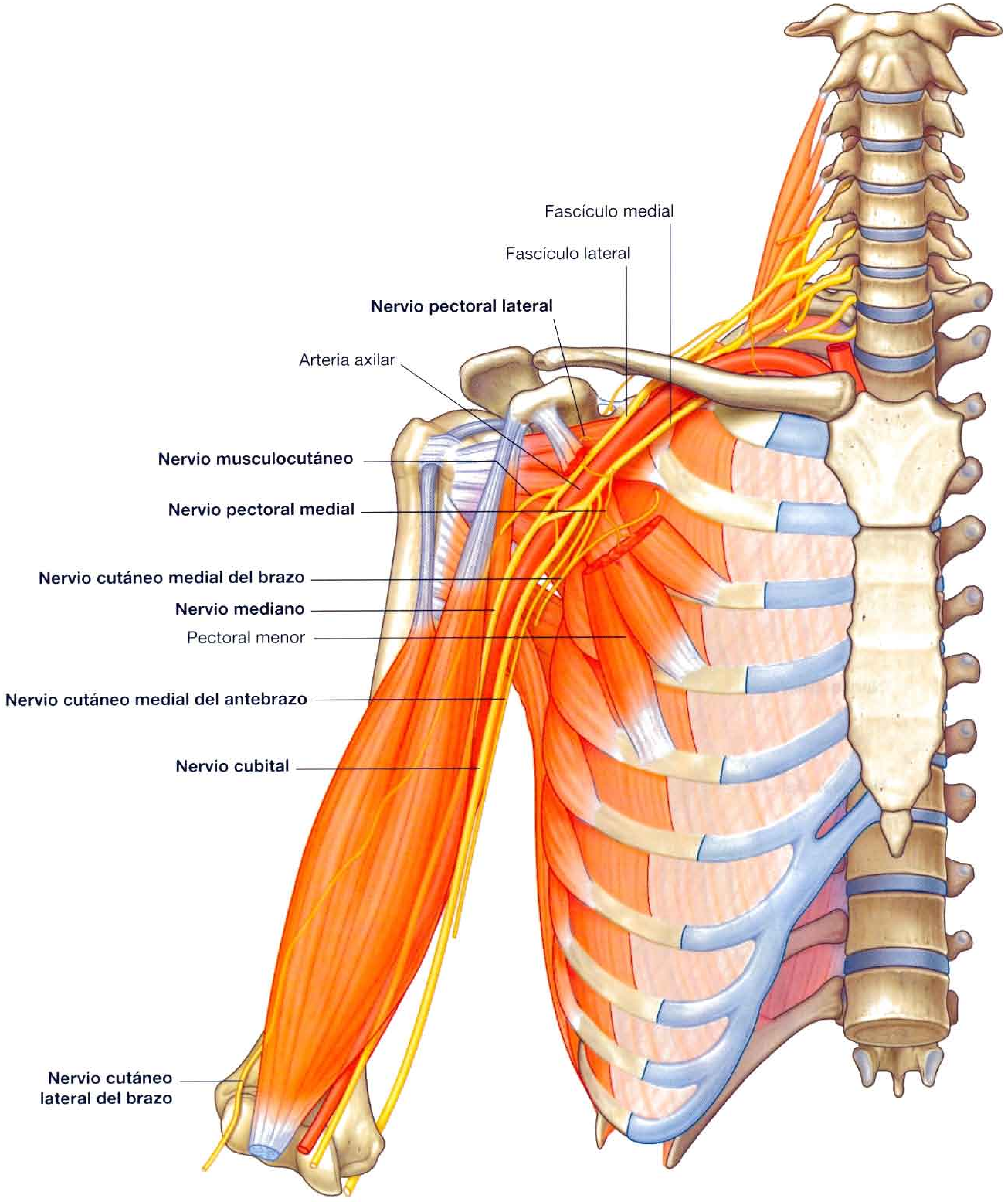


Fig. 7.54 Ramos de los fascículos lateral y medial del plexo braquial.

rior para dejar la axila a través del espacio cuadrangular (fig. 7.55). Se dirige en sentido posterior pasando alrededor del cuello quirúrgico del húmero e inerva los músculos deltoides y redondo menor. Después de pasar por el espacio cuadrangular emite un ramo, el **nervio cutáneo lateral superior del brazo**, que rodea el borde posterior del músculo deltoides e inerva la piel de esa región. El nervio axilar va acompañado de la arteria circunfleja humeral posterior.

El **nervio radial** es el ramo terminal de mayor tamaño del fascículo posterior (fig. 7.55). Sale de la axila y llega al compartimento posterior del brazo a través del intervalo triangular, entre el borde inferior del músculo redondo mayor, la cabeza larga del músculo tríceps braquial y el cuerpo del húmero. En su recorrido por el intervalo triangular va acompañado de la arteria braquial profunda, que se origina en la arteria braquial, en el compartimento anterior del brazo. El nervio radial y sus ramos inervan:

- Todos los músculos del compartimento posterior del brazo y del antebrazo.
- La piel de la cara posterior del brazo y del antebrazo, la cara inferolateral del brazo y la zona dorsolateral de la mano.

El **nervio cutáneo posterior del brazo** se origina en el nervio radial, en la axila, e inerva la piel de la superficie posterior del brazo.

Conceptos prácticos

Lesión del plexo braquial

El plexo braquial es una estructura extremadamente compleja. Cuando se lesiona, hay que realizar una detallada historia clínica y una exploración meticulosa. La exploración de la función de cada nervio concreto se puede hacer mediante estudios de conducción nerviosa y electromiografía, que valora la latencia de contracción del músculo cuando el nervio se estimula de manera artificial.

Las lesiones del plexo braquial suelen deberse a traumatismos contusos que producen la avulsión y la interrupción de los nervios. Estas lesiones suelen tener un impacto devastador sobre la función de la extremidad superior y precisarán mucho meses de rehabilitación intensa para conseguir una pequeña recuperación de la función.

Las lesiones de la médula espinal cervical y aquellas por tracción directa tienden a lesionar las raíces del plexo braquial. Los traumatismos graves de la primera costilla suelen afectar a los troncos. Las divisiones y los fascículos del plexo braquial se pueden lesionar durante la luxación de la articulación glenohumeral.

Vasos linfáticos

Todos los vasos linfáticos de la extremidad superior drenan en los ganglios linfáticos de la axila (fig. 7.56).

Además, los ganglios axilares reciben el drenaje de una extensa área del tronco adyacente, que incluye las regiones de la zona superior de la espalda y el hombro, la zona inferior del cuello, la pared torácica anterior y la zona superior anterolateral de la pared abdominal. Los ganglios axilares también reciben el drenaje de aproximadamente el 75% de la glándula mamaria.

Atendiendo a su localización, los 20-30 ganglios axilares se suelen dividir en cinco grupos:

- **Ganglios humerales (laterales)**, posteromediales a la vena axilar, que reciben la mayor parte del drenaje linfático de la extremidad superior.
- **Ganglios pectorales (anteriores)**, que se sitúan a lo largo del borde inferior del músculo pectoral menor siguiendo el recorrido de los vasos torácicos laterales, y que reciben el drenaje de la pared abdominal, el tórax y la glándula mamaria.
- **Ganglios subescapulares (posteriores)**, en la pared axilar posterior, relacionados con los vasos subescapulares, drenan la pared axilar posterior y reciben los vasos linfáticos de la espalda, el hombro y el cuello.
- **Ganglios centrales**, que se encuentran incluidos en la grasa axilar y reciben el drenaje de los grupos de ganglios humerales, subescapulares y pectorales.
- **Ganglios apicales**, que constituyen el grupo más superior de ganglios linfáticos de la axila, y que drenan todos los otros grupos ganglionares de la región. Además, reciben vasos linfáticos que acompañan a la vena cefálica y otros que drenan la región superior de la glándula mamaria.

Los vasos eferentes del grupo apical convergen para formar el tronco subclavio, que suele unirse al sistema venoso en el punto de unión entre la vena subclavia derecha y la vena yugular interna derecha en el cuello. En la izquierda, el tronco subclavio se suele unir al conducto torácico en la base del cuello.

Proceso axilar de la glándula mamaria

Aunque la glándula mamaria se encuentra en la fascia superficial que cubre la pared torácica, su región superolateral se extiende por el borde inferior del músculo pectoral mayor hacia la axila. En algunos casos, puede pasar rodeando el borde del músculo, atravesar la fascia profunda y entrar en la axila (fig. 7.57). Este proceso axilar no suele alcanzar zonas tan altas como el vértice de la axila.

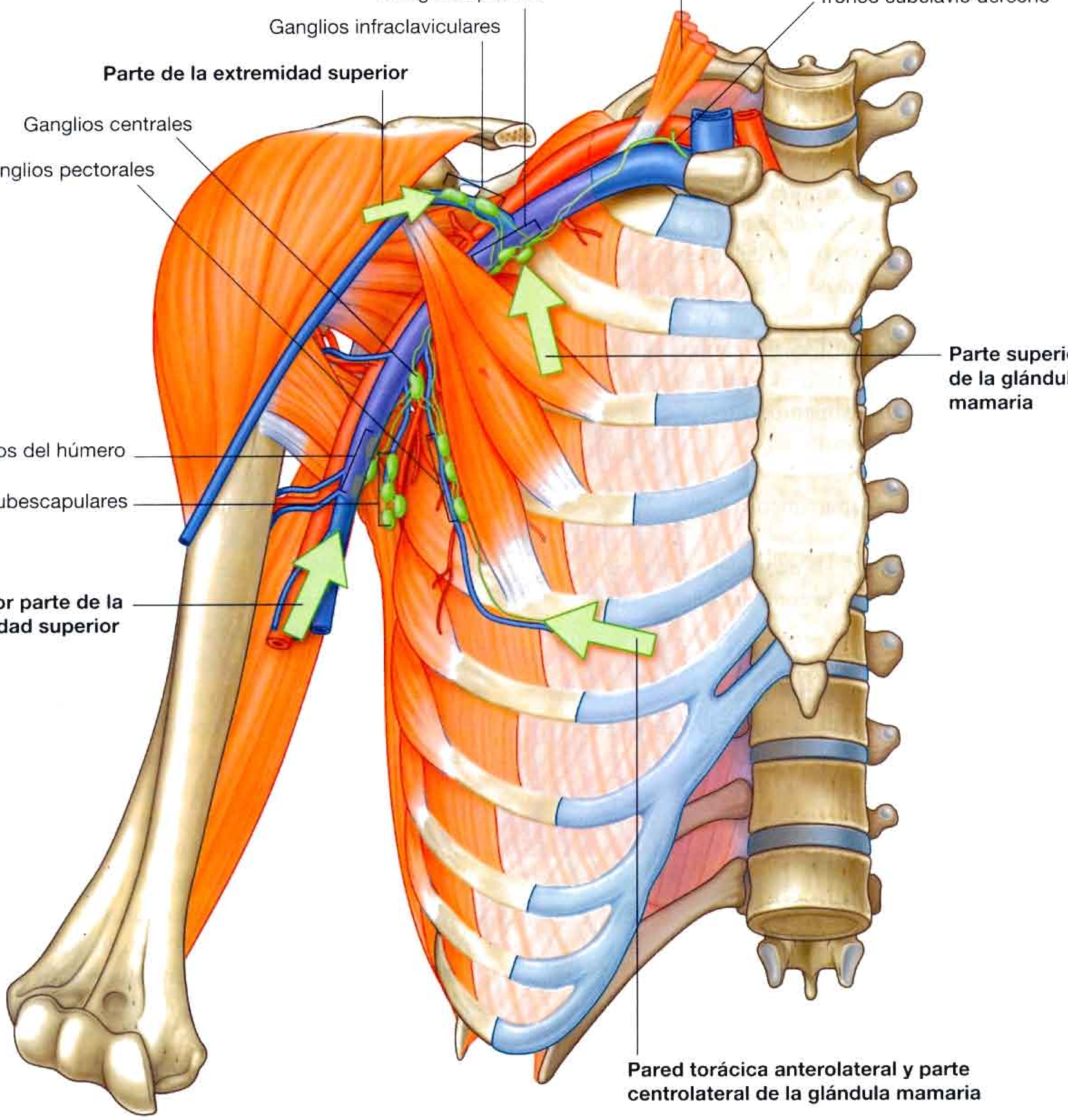


Fig. 7.56 Ganglios linfáticos y vasos en la axila.

BRAZO

El brazo es la región de la extremidad superior situada entre el hombro y el codo (fig. 7.58). Su cara superior se comunica medialmente con la axila. En la zona inferior, numerosas estructuras destacadas pasan entre el brazo y el antebrazo a través de la fosa del codo, que se sitúa anterior a la articulación del mismo.

Conceptos prácticos

Cáncer de mama

El drenaje linfático de la región lateral de la mama se dirige hacia los ganglios de la axila. Cuando se realiza una mastectomía o una linfadenectomía axilar quirúrgica debido a un cáncer de mama, se puede producir una interrupción significativa del drenaje linfático normal de la extremidad superior.

Además, algunas pacientes se someten a radioterapia de la zona axilar para evitar la diseminación de un cáncer metastásico, pero un efecto secundario de este tratamiento es la destrucción de los pequeños vasos linfáticos, a la vez que se destruyen las células malignas.

Si se lesiona el drenaje linfático de la extremidad superior, el brazo se puede hinchar y puede aparecer edema con fóvea (linfedema).

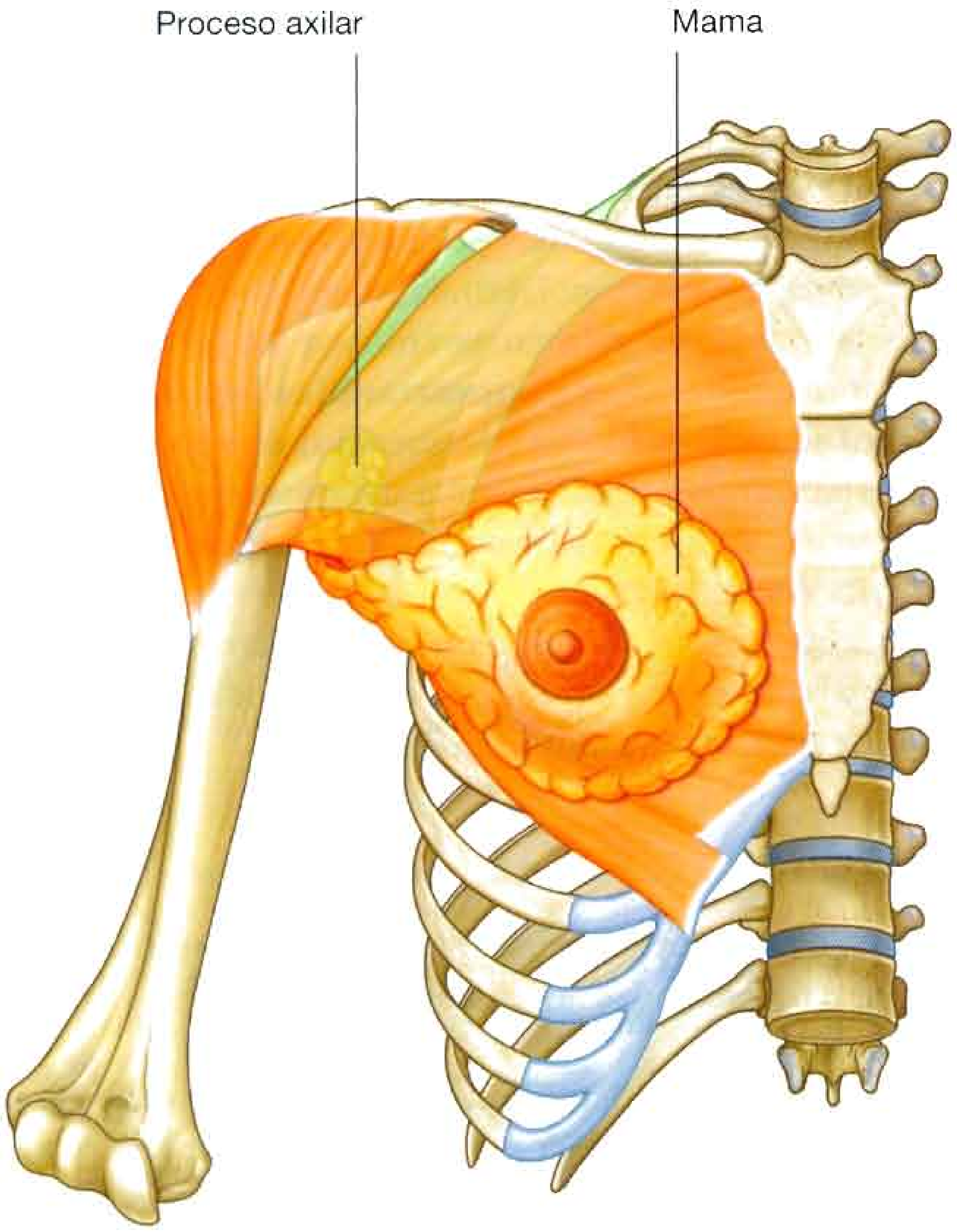


Fig. 7.57 Proceso axilar de la mama.

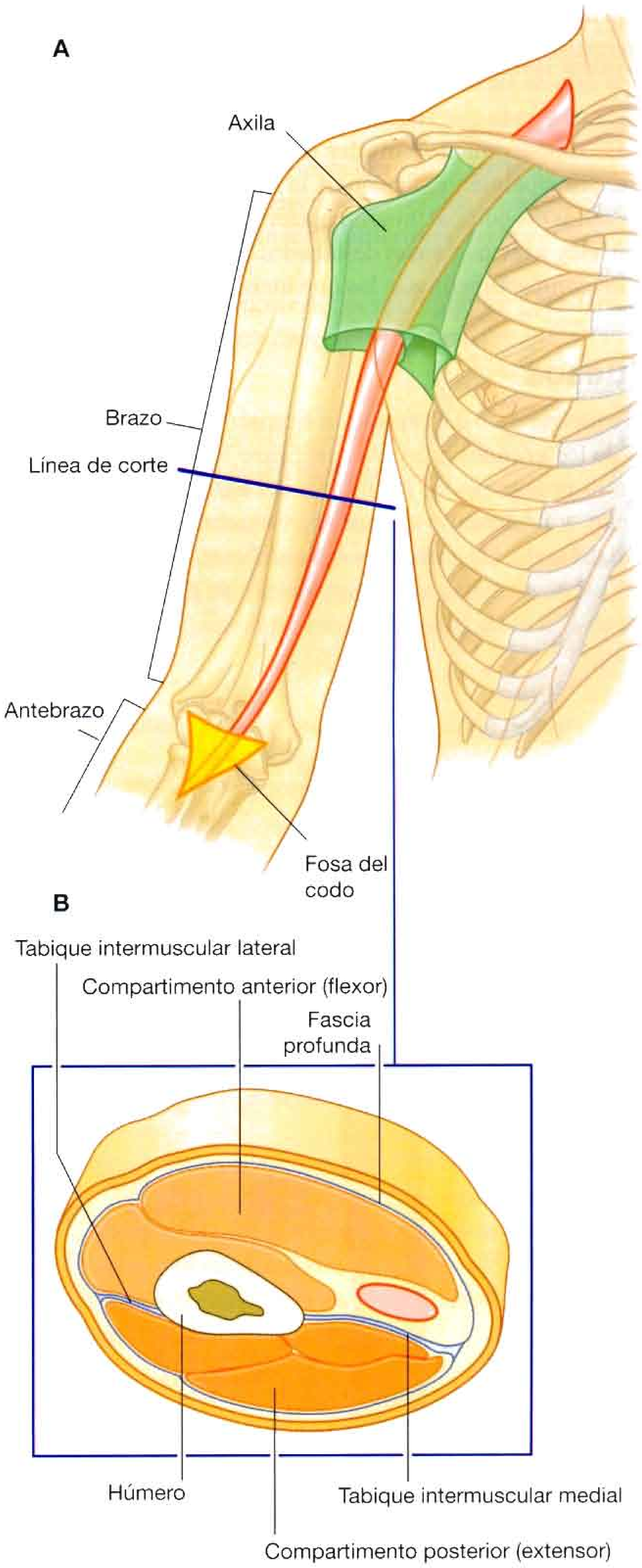


Fig. 7.58 Brazo. **A.** Relaciones de la zona proximal y distal. **B.** Corte transversal por la mitad del brazo.

El brazo se divide en dos compartimentos por los tabiques intermusculares medial y lateral, que se extienden desde cada uno de los lados del húmero hasta la capa externa de la fascia profunda que rodea el miembro (fig. 7.58).

El compartimento anterior del brazo contiene músculos que, principalmente, flexionan la articulación del codo; los músculos del compartimento posterior extienden la articulación. Hay nervios y vasos destacados que pasan por cada uno de los compartimentos, a los que inervan e irrigan.

Huesos

El esqueleto óseo del brazo es el húmero (fig. 7.59). La mayoría de los grandes músculos del brazo se insertan en los extremos proximales de los huesos del antebrazo, el radio y el cúbito, y flexionan o extienden el antebrazo en la articulación del codo. Los músculos del antebrazo destinados principalmente a mover la mano se originan en el extremo distal del húmero.

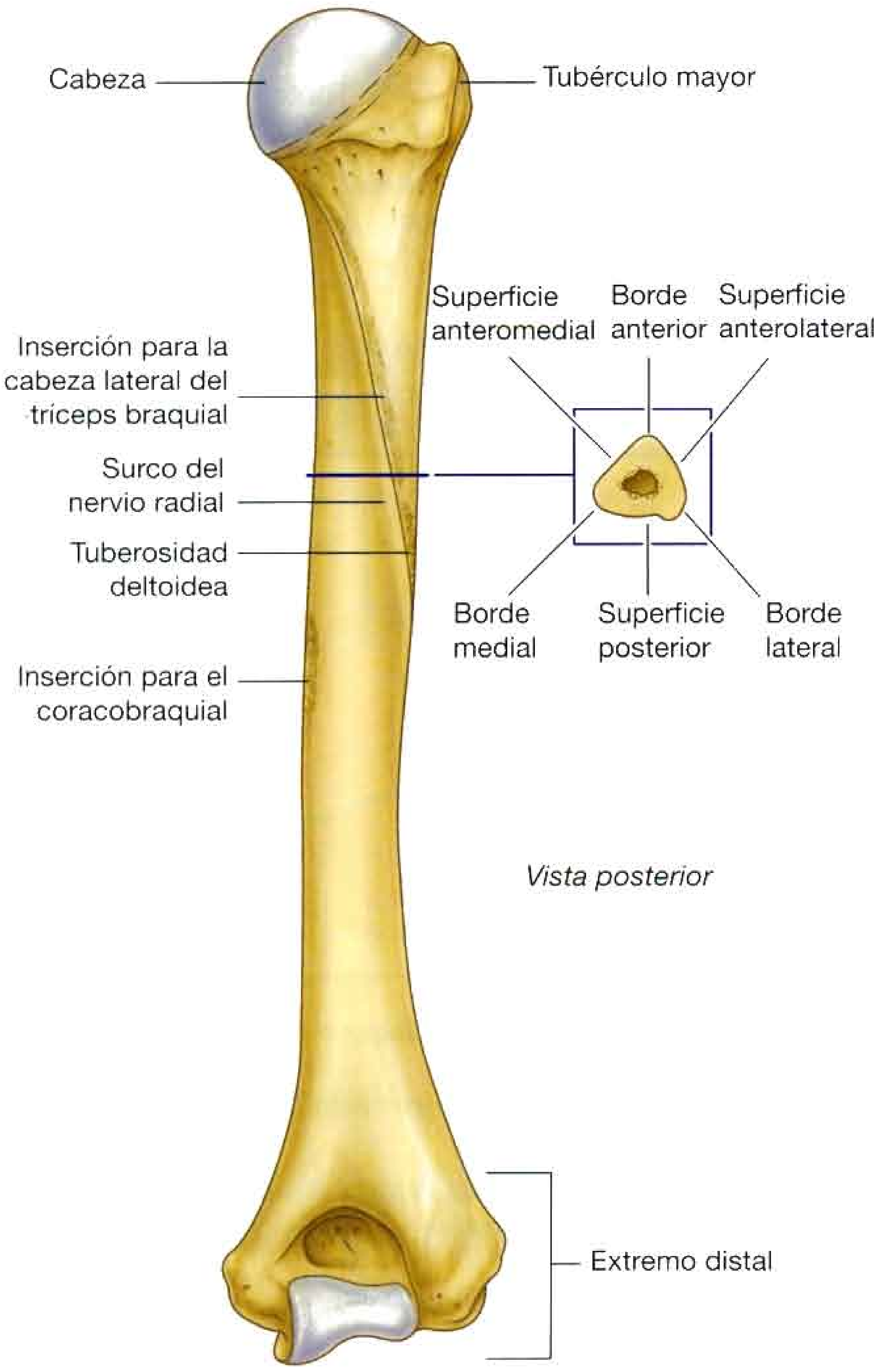


Fig. 7.59 Húmero.

Cuerpo y extremo distal del húmero

En un corte transversal, el cuerpo del húmero tiene una forma triangular con:

- **Bordes anterior, lateral** y **medial.**
- **Superficies anterolateral, anteromedial** y **posterior** (fig. 7.59).

La superficie posterior del húmero está delimitada en su zona superior por una rugosidad lineal para la inserción de la cabeza lateral del músculo tríceps braquial, que comienza justo inferior al cuello quirúrgico y desciende diagonalmente por el hueso hasta la **tuberosidad deltoidea.**

En la zona media de la superficie posterior y la zona anterolateral adyacente se encuentra el **surco radial**, poco profundo, que desciende diagonalmente por el hueso, paralelo al borde posterior inclinado de la tuberosidad deltoidea. El nervio radial y la arteria braquial profunda se sitúan en este surco.

Aproximadamente en la mitad del cuerpo, el borde medial está marcado por una rugosidad alargada, delgada, para la inserción del músculo coracobraquial.

Los tabiques intermusculares, que separan el compartimento anterior del posterior, se insertan a los bordes medial y lateral del húmero (fig. 7.60).

En la zona distal, el hueso se aplana y los bordes se continúan formando la **cresta supracondílea lateral** y la **cresta supracondílea medial.** La cresta supracondílea lateral es más pronunciada que la medial y tiene una rugosidad para la inserción de los músculos situados en el compartimento posterior del antebrazo.

El extremo distal del húmero, que es aplanado en sentido anteroposterior, tiene un cóndilo, dos epicóndilos y tres fosas, como se explica a continuación (fig. 7.60).

Cóndilo

El cóndilo tiene dos superficies articulares, el **capítulo** (cabeza) y la **tróclea**, que se articulan con los dos huesos del antebrazo.

El **capítulo** se articula con el radio del antebrazo. Se encuentra en posición lateral y tiene forma semiesférica, se proyecta en dirección anterior y ligeramente inferior, y no es visible cuando el húmero se mira desde su cara posterior.

La **tróclea** se articula con el cúbito del antebrazo. Tiene forma de polea y se dispone medial al capítulo. Su borde medial es más pronunciado que el lateral y, a diferencia del capítulo, se extiende hasta la superficie posterior del hueso.

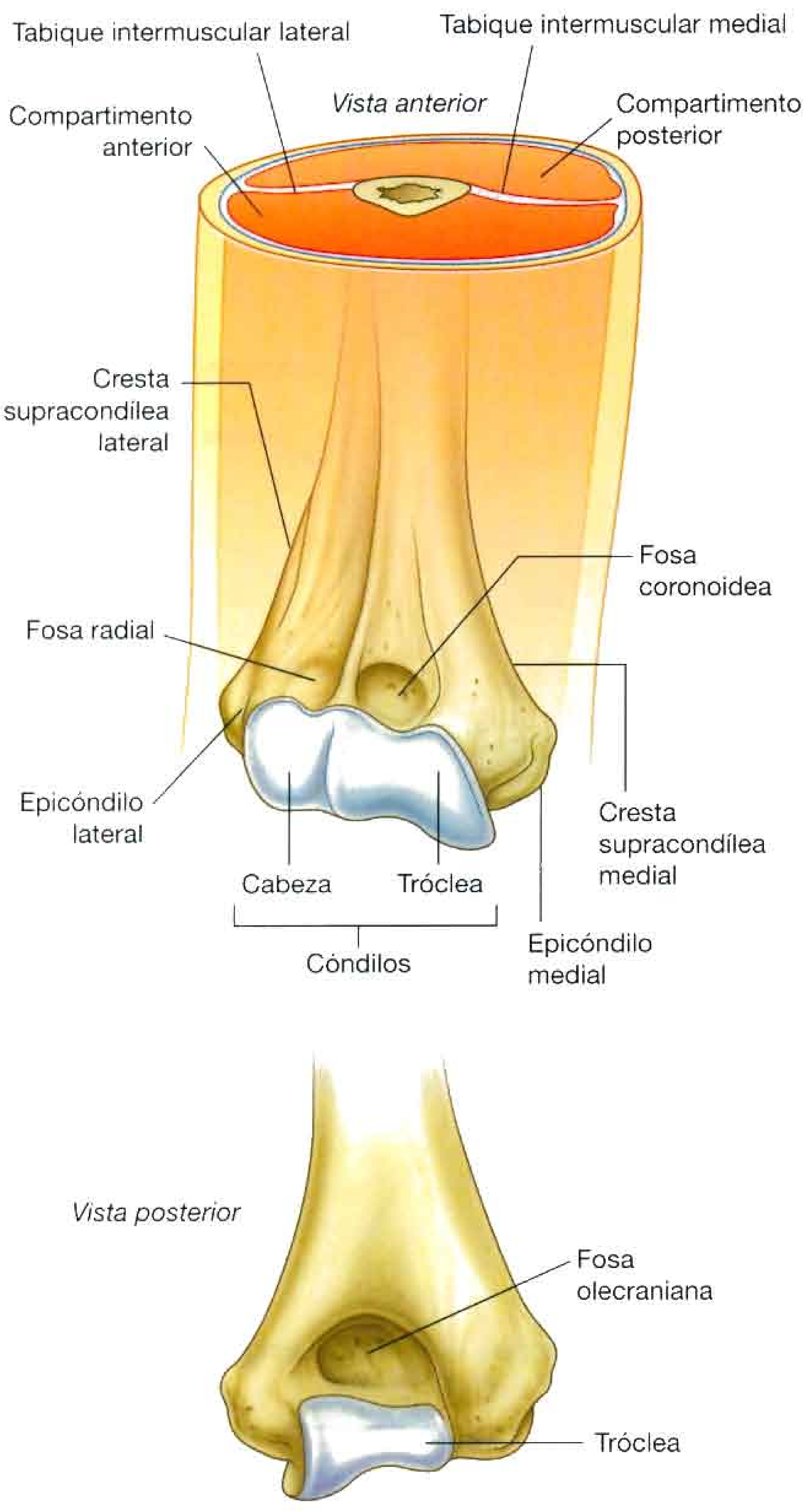


Fig. 7.60 Extremo distal del húmero.

Epicóndilos

Los dos epicóndilos se sitúan adyacentes y algo superiores a la tróclea y al capítulo (fig. 7.60).

El **epicóndilo medial** es una gran prominencia ósea y *constituye la principal referencia palpable de la superficie medial del codo.* Se proyecta en sentido medial en el extremo distal del húmero. En su superficie tiene una gran zona ovalada para la inserción de los músculos del compartimento anterior del antebrazo. *El nervio cubital pasa del brazo al antebrazo rodeando la superficie posterior del epicóndilo medial. En esta localización se puede palpar sobre el hueso.*

El **epicóndilo lateral** es mucho menos prominente que el medial. Se sitúa lateral al capítulo y tiene una gran zona de impresión irregular grande para la inserción de los músculos del compartimento posterior del antebrazo.

Las tres fosas

En la zona distal del húmero, superior al capítulo y a la tróclea, se encuentran tres fosas (fig. 7.60).

La **fosa radial** es la menos evidente, y se sitúa inmediatamente superior al capítulo en la superficie anterior del húmero.

La **fosa coronoidea** es adyacente a la fosa radial y superior a la tróclea.

La mayor de las fosas, la **fosa del olécranon**, es inmediatamente superior a la tróclea en la superficie posterior del extremo distal del húmero. Estas tres fosas acogen las prominencias de los huesos del antebrazo durante los movimientos de la articulación del codo.

Extremo proximal del radio

El extremo proximal del radio está formado por la cabeza, el cuello y la tuberosidad del radio (fig. 7.61).

La **cabeza** del radio es una estructura con forma de disco grueso, orientada en el plano horizontal. La cara superior es circular y cóncava, y sirve para articularse con el capítulo del húmero. El borde grueso del disco es ancho en la zona medial, para articularse con la escotadura radial del extremo proximal del cúbito.

El **cuello** del radio es un cilindro óseo corto y estrecho, situado entre la cabeza y la tuberosidad del radio del cuerpo.

La **tuberosidad del radio** es una gran prominencia ósea roma, situada en la superficie medial del radio, inmediatamente inferior al cuello. La mayor parte de su superficie es rugosa para la inserción del tendón del bíceps braquial. Desde el borde inferior de la tuberosidad se prolonga una línea oblicua en sentido diagonal por el cuerpo del radio.

Extremo proximal del cúbito

El extremo proximal del cúbito es mucho mayor que el extremo proximal del radio. Está formado por el olécranon, la apófisis coronoides, la escotadura troclear, la escotadura radial y la tuberosidad del cúbito (fig. 7.62).

El **olécranon** es una gran prominencia ósea que se sitúa en la zona proximal del cúbito. Su cara anterolateral es una superficie articular y forma parte de la escotadura troclear, que se articula con la tróclea del húmero. La cara superior tiene una gran superficie rugosa para la inserción del músculo tríceps braquial. *La superficie posterior es lisa, de forma triangular, y se puede palpar como «la punta del codo».*

La **apófisis coronoides** se proyecta en sentido anterior desde el extremo proximal del cúbito (fig. 7.62). Su cara superolateral forma una superficie articular y, junto con el olécranon, forma la **escotadura troclear.** En la superficie late-

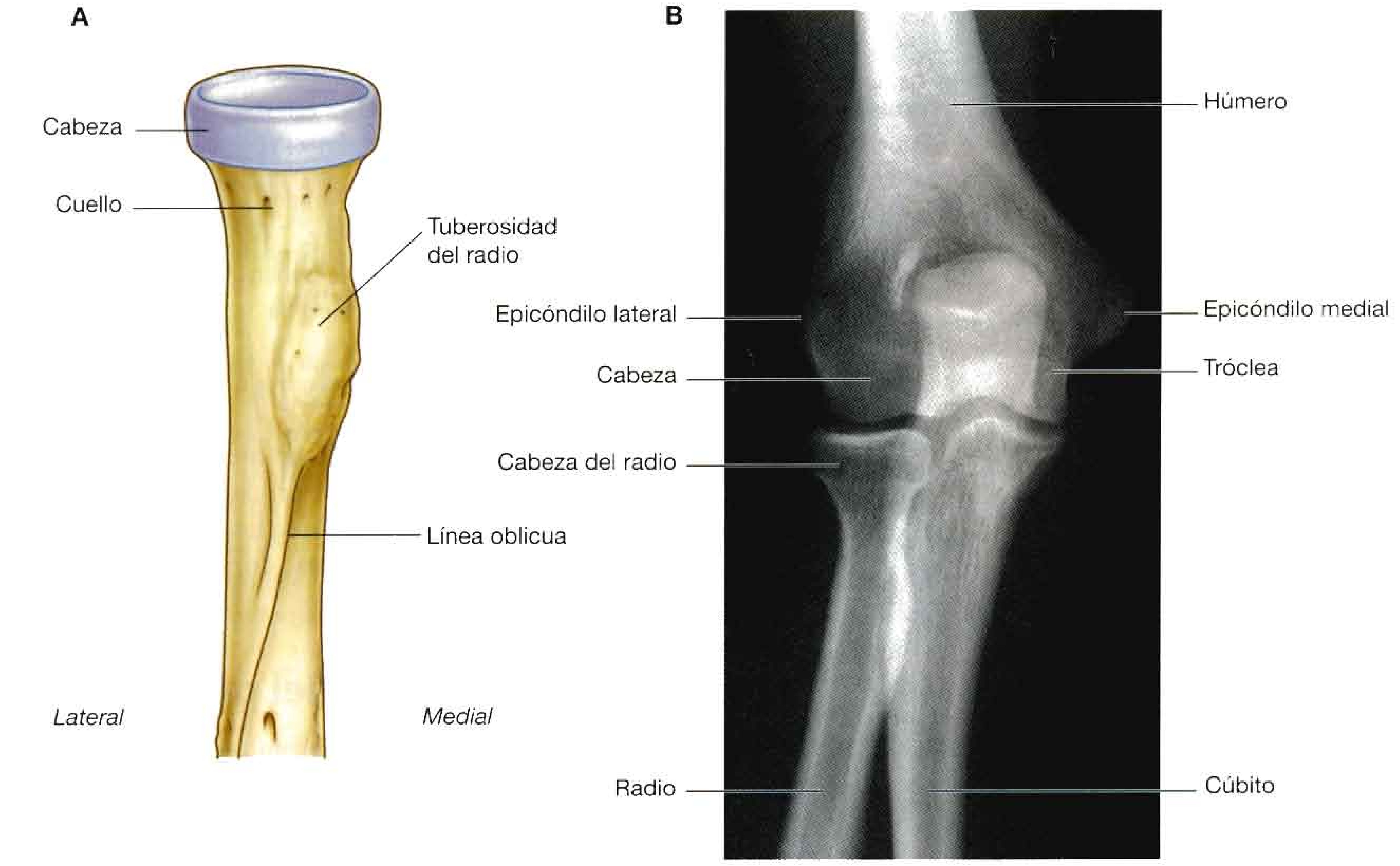


Fig. 7.61 **A.** Vista anterior del extremo proximal del radio. **B.** Radiografía de la articulación del codo (proyección anteroposterior).

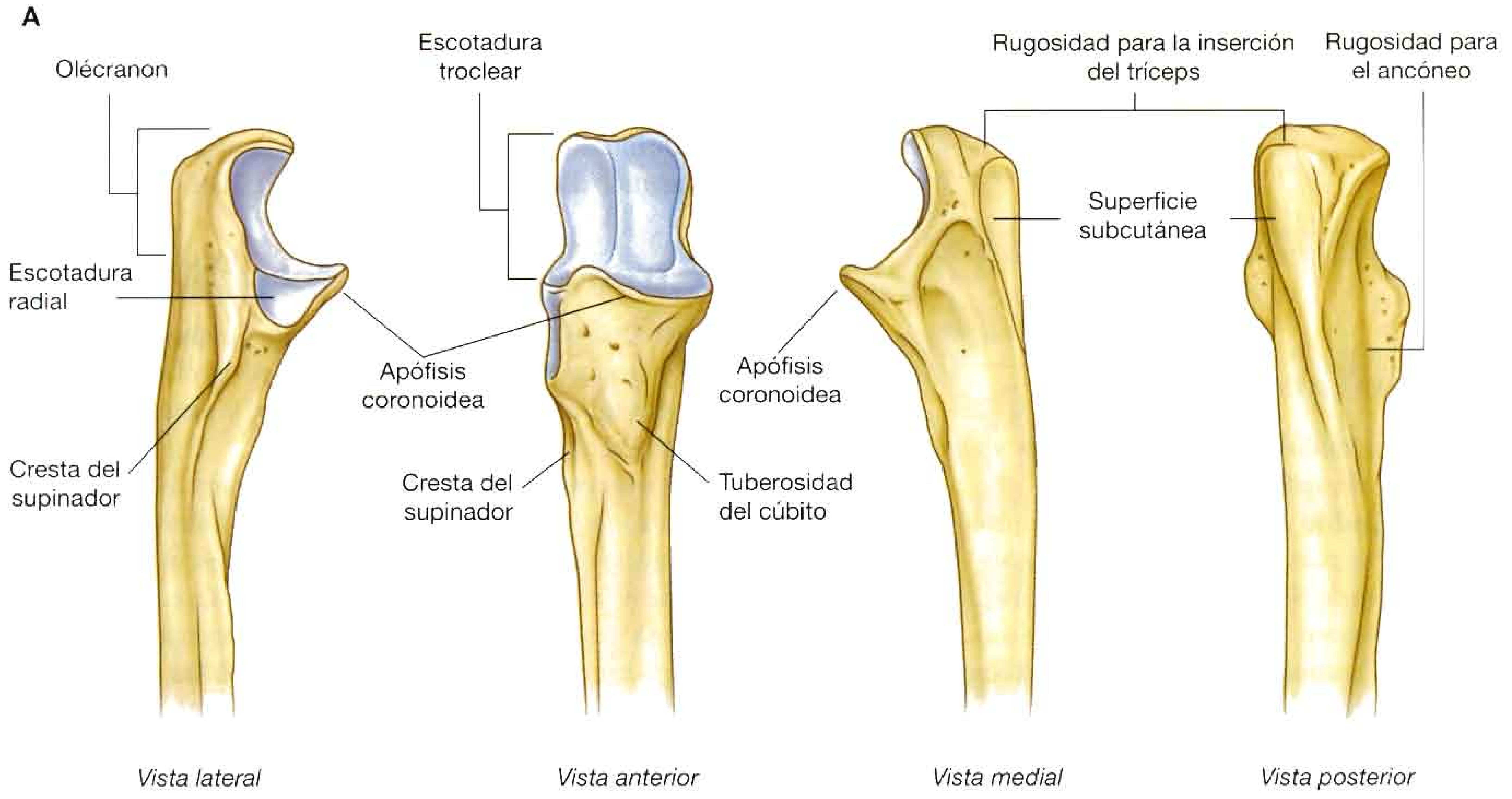


Fig. 7.62 **A.** Vistas lateral, anterior, medial y posterior del extremo proximal del cúbito.

Continúa

Fig. 7.62 ***(cont.)*** **B.** Radiografía de la articulación del codo (proyección lateral).

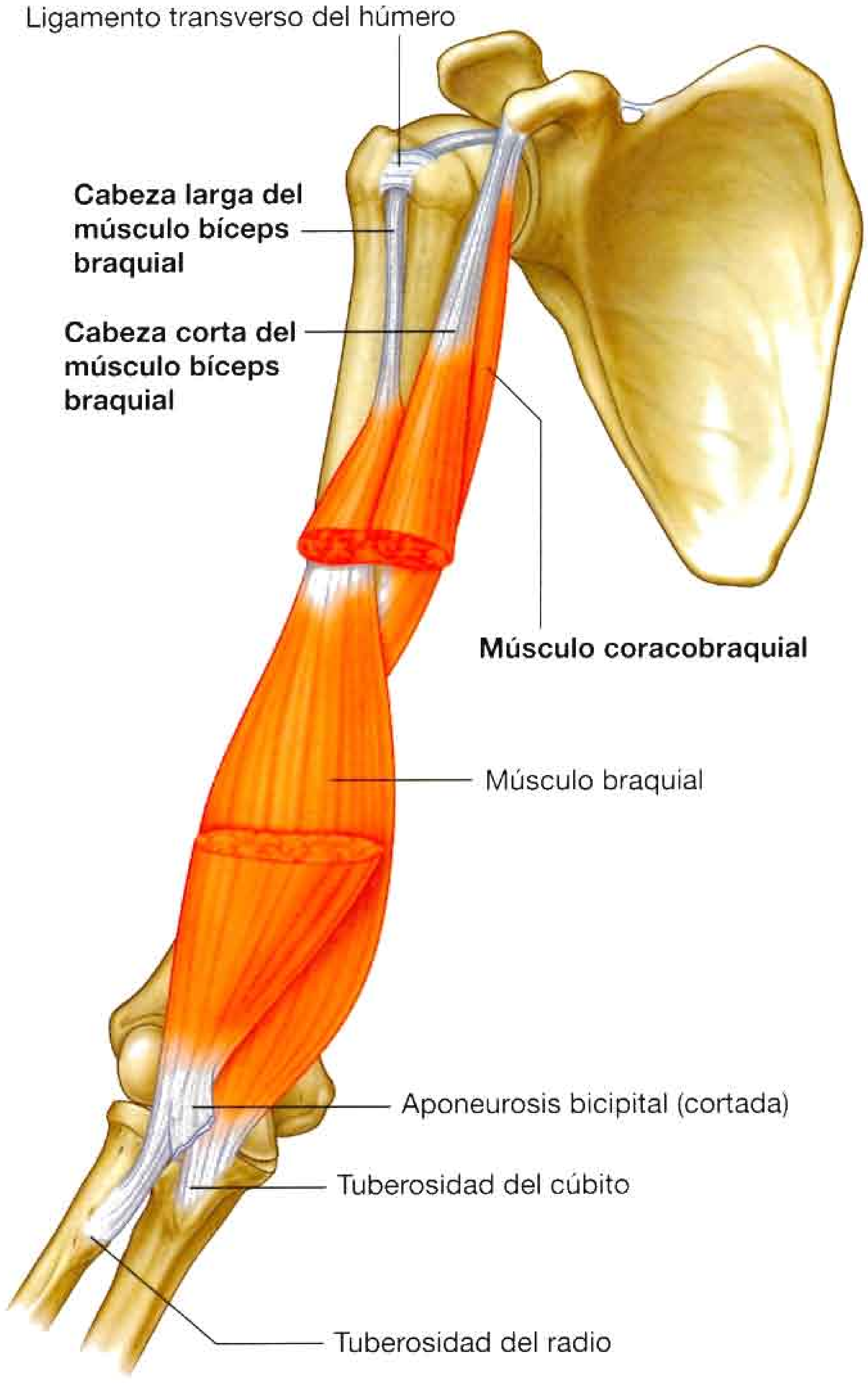


Fig. 7.63 Músculos bíceps braquial y braquial.

ral se encuentra la **escotadura radial**, para la articulación con la cabeza del radio.

Justo inferior a la escotadura radial hay una fosa que permite el desplazamiento de la tuberosidad del radio durante los movimientos de pronación y supinación del antebrazo. El borde posterior de esta fosa es más ancho para formar **la cresta del músculo supinador.** La superficie anterior de la apófisis coronoides es triangular, con el vértice dirigido en sentido distal, y tiene numerosas rugosidades para la inserción de músculos. La mayor de estas rugosidades, la **tuberosidad del cúbito,** se sitúa en el vértice de la superficie anterior y es el sitio de inserción del músculo braquial.

Músculos

El compartimento anterior del brazo contiene tres músculos: coracobraquial, braquial y bíceps braquial, que están inervados fundamentalmente por el nervio musculocutáneo.

El compartimento posterior contiene un músculo, el tríceps braquial, que está inervado por el nervio radial.

Coracobraquial

El **músculo coracobraquial** se extiende desde el vértice de la apófisis coracoides de la escápula hasta la superficie medial de la mitad del cuerpo del húmero (fig. 7.63 y tabla 7.8). Pasa por la axila, y es perforado e inervado por el nervio musculocutáneo.

El músculo coracobraquial flexiona el brazo.

Bíceps braquial

El **músculo bíceps braquial** tiene dos cabezas:

- La cabeza corta tiene su origen en la apófisis coracoides, junto con el músculo coracobraquial.

Tabla 7.8 Músculos del compartimento anterior del brazo (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Coracobraquial	Vértice de la apófisis coracoides	Rugosidad lineal en la parte media del cuerpo del húmero, en la zona medial	Nervio musculocutáneo (C5, **C6**, C7)	Flexor del brazo en la articulación glenohumeral
Bíceps braquial	Cabeza larga: tubérculo supraglenoideo de la escápula; cabeza corta: vértice de la apófisis coracoides	Tuberosidad del radio	Nervio musculocutáneo (C5, **C6**)	Potente flexor del antebrazo en la articulación del codo y supinador del antebrazo; flexor accesorio del brazo en la articulación glenohumeral
Braquial	Cara anterior del húmero (superficies medial y lateral) y tabiques intermusculares adyacentes	Tuberosidad del cúbito	Nervio musculocutáneo (C5, **C6**); (pequeña contribución del nervio radial [C7] a la zona lateral del músculo)	Potente flexor del antebrazo en la articulación del codo

- La cabeza larga se origina como un tendón en el tubérculo supraglenoideo de la escápula (fig. 7.63 y tabla 7.8).

El tendón de la cabeza larga pasa por la articulación glenohumeral, superior a la cabeza del húmero y después discurre por el surco intertubercular en el brazo. Ya en el brazo, el tendón se une con su vientre muscular y, junto con el vientre muscular de la cabeza corta, se sitúa superior al músculo braquial.

Las cabezas corta y larga se unen para formar un tendón único, que se inserta en la tuberosidad del radio.

Cuando el tendón llega al antebrazo, una lámina aplanada de tejido conjuntivo (la **aponeurosis bicipital**) se extiende en abanico desde la cara medial del tendón para unirse con la fascia profunda que cubre el compartimento anterior del antebrazo.

El músculo bíceps braquial es un potente flexor del antebrazo en la articulación del codo; cuando esta articulación está flexionada, es también el supinador más potente del antebrazo. Las dos cabezas del músculo bíceps braquial cruzan la articulación glenohumeral, por lo que el músculo también puede flexionar esta articulación.

El músculo bíceps braquial está inervado por el nervio musculocutáneo. *Si se percute el tendón del bíceps braquial en el codo, se explora fundamentalmente el segmento medular espinal C6.*

Braquial

El **músculo braquial** se origina en la mitad distal de la cara anterior del húmero y en las zonas adyacentes de los tabiques intermusculares, en especial en la cara medial (fig. 7.63 y tabla 7.8). Se sitúa por debajo del músculo bíceps braquial, es aplanado dorsoventralmente, y converge para formar un tendón, que se inserta en la tuberosidad del cúbito.

El músculo braquial flexiona el antebrazo en la articulación del codo.

La inervación del músculo braquial procede principalmente del nervio musculocutáneo. Una pequeña parte de la porción lateral está inervada por el nervio radial.

Conceptos prácticos

Rotura del tendón del bíceps

En la extremidad superior es relativamente infrecuente la rotura de los músculos y sus tendones; sin embargo, el tendón que se rompe con mayor frecuencia es el de la cabeza larga del músculo bíceps braquial. De forma aislada, esto tiene un efecto relativamente pequeño en la función de la extremidad superior, pero ocasiona una deformidad característica (cuando se flexiona el codo, aparece un bulto muy llamativo, correspondiente al vientre muscular que no queda contenido cuando se contraen las fibras), el signo de «Popeye».

Compartimento posterior

El único músculo del compartimento posterior del brazo es el **músculo tríceps braquial** (fig. 7.64 y tabla 7.9). Este músculo está formado por tres cabezas:

Tabla 7.9 Músculos del compartimento posterior del brazo (los niveles espinales en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Tríceps braquial	Cabeza larga: tubérculo infraglenoideo de la escápula; cabeza medial: superficie posterior del húmero; cabeza lateral: superficie posterior del húmero	Olécranon	Nervio radial (C6, **C7**, C8)	Extensión del antebrazo en la articulación del codo. La cabeza larga también extiende y aproxima el brazo en la articulación del hombro

- La cabeza larga se origina en el tubérculo infraglenoideo de la escápula.
- La cabeza medial tiene su origen en una zona extensa del cuerpo del húmero, en la parte inferior al surco del nervio radial.
- La cabeza lateral se origina en una rugosidad lineal superior al surco del nervio radial del húmero.

Las tres cabezas convergen para formar un gran tendón, que se inserta en la cara superior del olécranon del cúbito.

La función del músculo tríceps braquial es extender el antebrazo en la articulación del codo.

La inervación del tríceps braquial procede de ramos del nervio radial. *Si se percute el tendón del tríceps, se explora fundamentalmente el segmento medular espinal C7.*

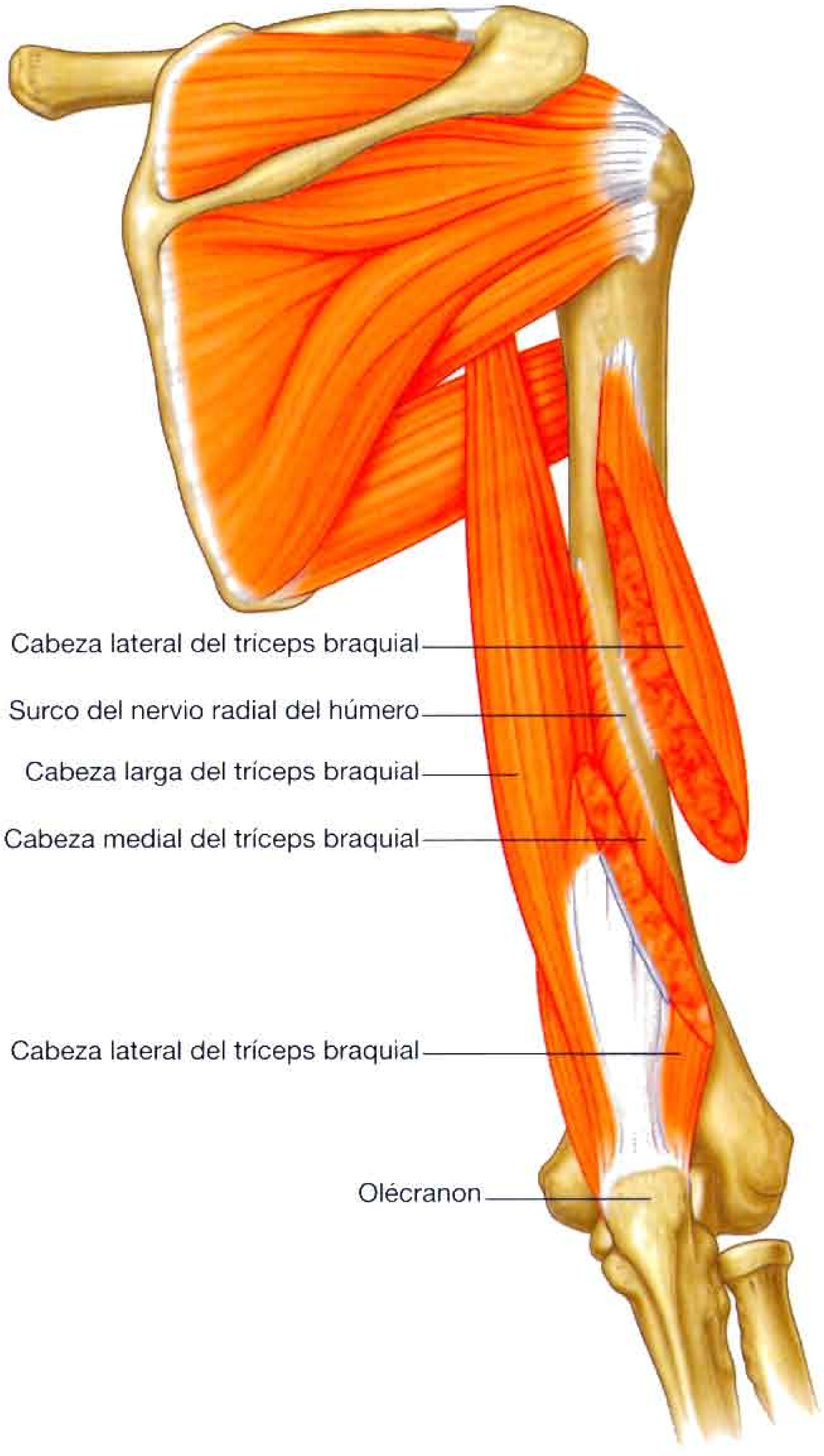


Fig. 7.64 Músculo tríceps.

Arterias y venas

Arteria braquial

La principal arteria del brazo, la **arteria braquial**, se encuentra en el compartimento anterior del brazo (fig. 7.65). Comienza en el borde inferior del músculo redondo mayor, como prolongación de la arteria axilar, y termina inmediatamente distal a la articulación del codo, donde se bifurca en las arterias radial y cubital.

En la zona proximal del brazo, la arteria braquial se sitúa en la cara medial. En la zona distal del brazo, se desplaza en sentido lateral, para adoptar una posición a medio camino entre el epicóndilo lateral y el epicóndilo medial del húmero. Cruza la articulación del codo por el lado anterior, donde se sitúa inmediatamente medial al tendón del músculo bíceps braquial. *La arteria braquial se puede palpar en su trayecto. En la zona proximal se puede comprimir contra la cara medial del húmero.*

Las ramas de la arteria braquial en el brazo van destinadas a irrigar los músculos adyacentes. Además, esta arteria da dos vasos colaterales cubitales, que forman parte de un plexo de arterias organizado alrededor de la articulación del codo. Otras ramas son la arteria braquial profunda y las arterias nutricias del húmero, que pasan por un agujero en la superficie anteromedial del cuerpo del húmero.

Arteria braquial profunda

La arteria braquial profunda es la rama de mayor tamaño de la arteria braquial. Se dirige al compartimento posterior del brazo, al que irriga (fig. 7.65). Entra en el compartimento posterior del brazo junto con el nervio radial a través del intervalo triangular, que está formado por el cuerpo del húmero, el borde inferior del músculo redondo mayor y el borde lateral de la cabeza larga del músculo tríceps. A continuación se sitúan en el surco del nervio radial en la superficie posterior del húmero, en un plano profundo a la cabeza lateral del músculo tríceps braquial.

Las ramas de la arteria braquial profunda irrigan los músculos adyacentes y se anastomosan con la arteria cir-

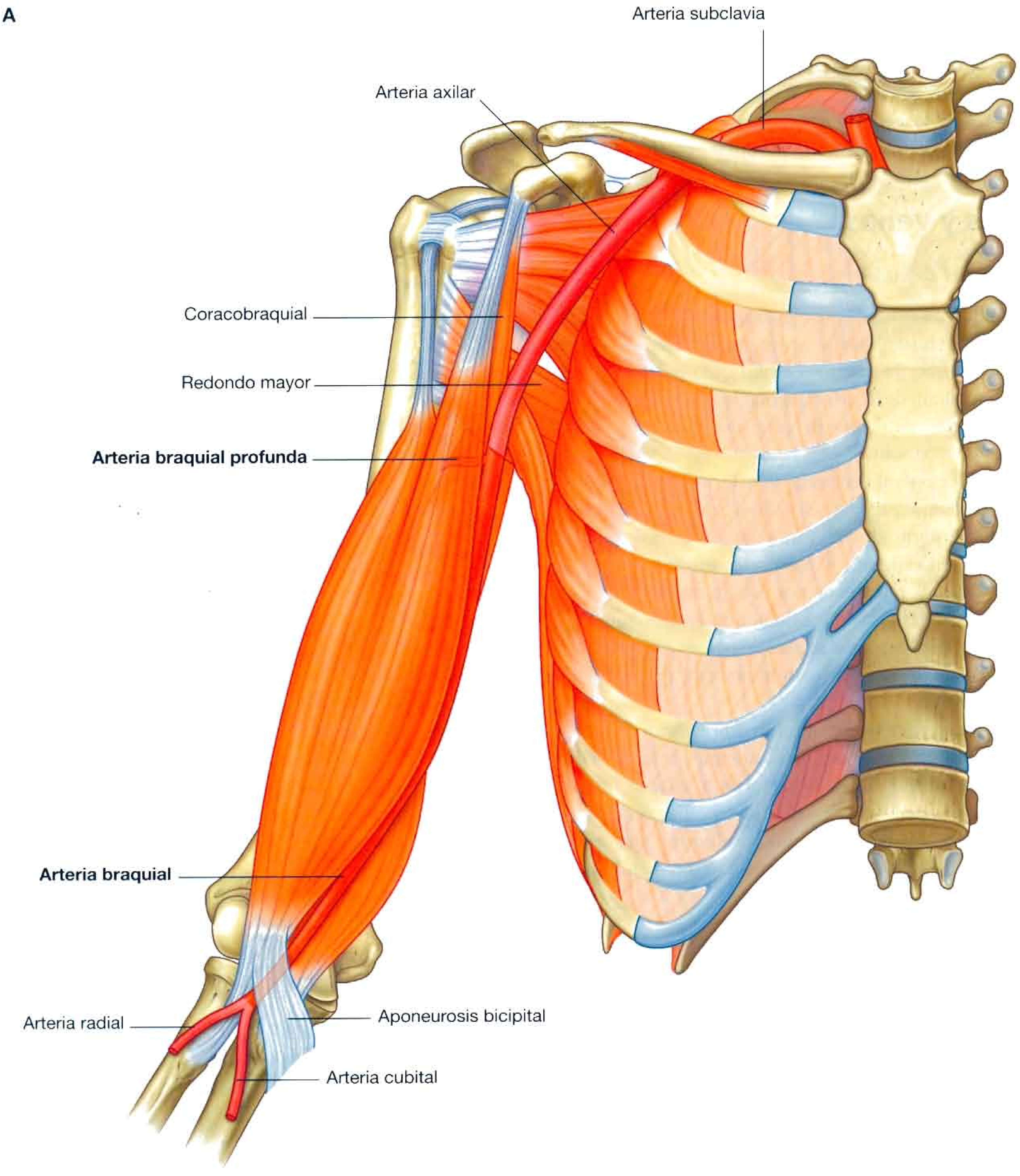


Fig. 7.65 Arteria braquial. **A.** Relaciones.

Continúa

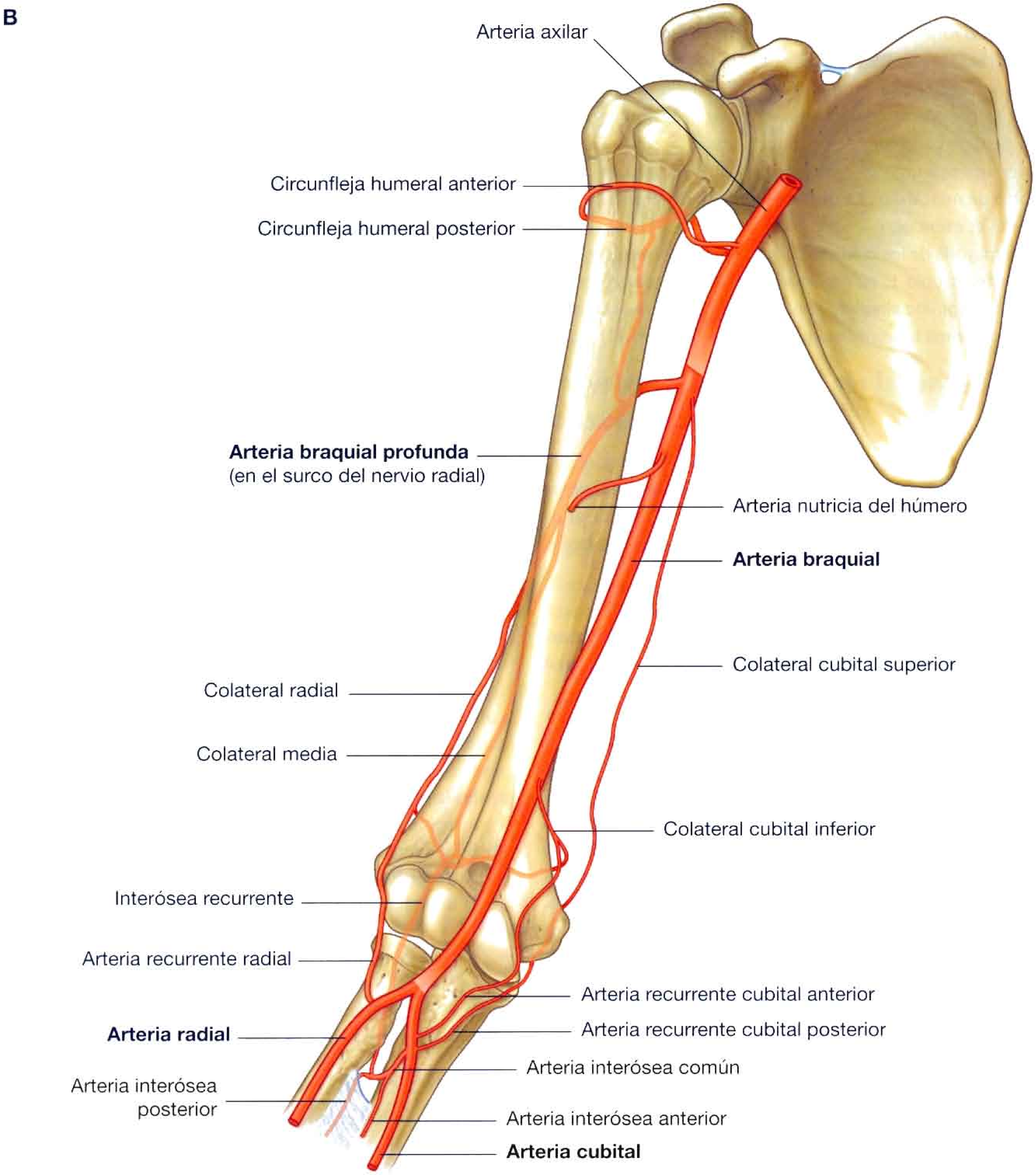


Fig. 7.65 *(cont.)* Arteria braquial. **B.** Ramas.

Conceptos prácticos

Medición de la presión arterial

La medición de la presión arterial es un parámetro fisiológico fundamental. La presión arterial elevada (hipertensión) precisa tratamiento para evitar la aparición de complicaciones a largo plazo, como por ejemplo los ictus. La presión arterial baja puede estar producida por una pérdida considerable de sangre, una infección generalizada o un bajo gasto cardíaco (p. ej., después de un infarto de miocardio). La medición precisa de la presión arterial es esencial.

La mayoría de los médicos utilizan un esfigmomanómetro y un estetoscopio. El esfigmomanómetro es un aparato que infla un manguito alrededor de la porción media del brazo para comprimir la arteria braquial contra el húmero. El manguito se infla hasta superar la presión arterial sistólica (mayor de 120 mmHg). El médico coloca el estetoscopio sobre la arteria braquial en la fosa del codo y escucha (ausculta) el pulso. Cuando la presión del manguito del brazo desciende justo por debajo del nivel de la presión arterial sistólica, el pulso se hace audible como un sonido fuerte regular. A medida que disminuye la presión del esfigmomanómetro, el sonido regular se va haciendo más bajo. Cuando la presión es menor que la presión arterial diastólica, el sonido se torna inaudible. Utilizando una sencilla escala en el esfigmomanómetro se puede determinar la presión arterial del paciente. Los límites de referencia son 120/80 mmHg (presión arterial sistólica/presión arterial diastólica).

cunfleja humeral posterior. La arteria termina como dos vasos colaterales, que colaboran en la formación de una red de arterias interconectadas alrededor de la articulación del codo.

Venas

Las **dos venas braquiales** se sitúan lateral y medial a la arteria braquial, y reciben venas tributarias que acompañan a las ramas de la arteria (fig. 7.66).

Además de estas venas profundas, en el brazo se encuentran dos grandes venas subcutáneas: la vena basílica y la vena cefálica.

La vena basílica se dirige verticalmente en la mitad distal del brazo, perfora la fascia profunda para adoptar una posición medial a la arteria braquial, y se continúa como vena axilar en el borde inferior del músculo redondo mayor. Las venas braquiales drenan a la vena basílica, o a la vena axilar.

La vena cefálica se sitúa en un plano superior en la cara anterolateral del brazo, y atraviesa la pared anterior de la axila para alcanza la vena axilar.

Nervios

Nervio musculocutáneo

El nervio musculocutáneo deja la axila y entra en el brazo atravesando el músculo coracobraquial (fig. 7.67). Desciende en diagonal por el brazo en un plano situado entre el músculo bíceps braquial y el braquial. En el brazo emite ramos motores, y después sale a la superficie, lateral al tendón del músculo bíceps braquial, en el codo, perfora la fascia profunda y se continúa como el **nervio cutáneo lateral del antebrazo**.

El nervio musculocutáneo está encargado de:

- La inervación motora de todos los músculos del compartimento anterior del brazo.
- La inervación sensitiva de la piel de la superficie lateral del antebrazo.

Nervio mediano

El nervio mediano llega al brazo desde la axila por el borde inferior del músculo redondo mayor (fig. 7.67). Desciende verticalmente por la cara medial del brazo en el compartimento anterior, y se relaciona con la arteria braquial en su recorrido:

- En la región proximal, el nervio mediano es inmediatamente lateral a la arteria braquial.
- En las regiones más distales, cruza para situarse en la cara medial de la arteria braquial y se dispone anterior a la articulación del codo.

El nervio mediano no emite ramos destacados en el brazo, excepto para uno de los músculos del antebrazo, el músculo pronador redondo, que se puede originar en el nervio inmediatamente proximal a la articulación del codo.

Nervio cubital

El nervio cubital entra en el brazo junto al nervio mediano y a la arteria axilar (fig. 7.67). En la zona proximal se sitúa medial a la arteria axilar. En la zona media del brazo, el nervio cubital perfora el tabique intermuscular medial y alcanza el compartimento posterior, donde se sitúa anterior a la cabeza medial del músculo tríceps braquial. Pasa por la superficie posterior del epicóndilo medial del húmero y llega al compartimento anterior del antebrazo.

El nervio cubital no emite ramos destacados en el brazo.

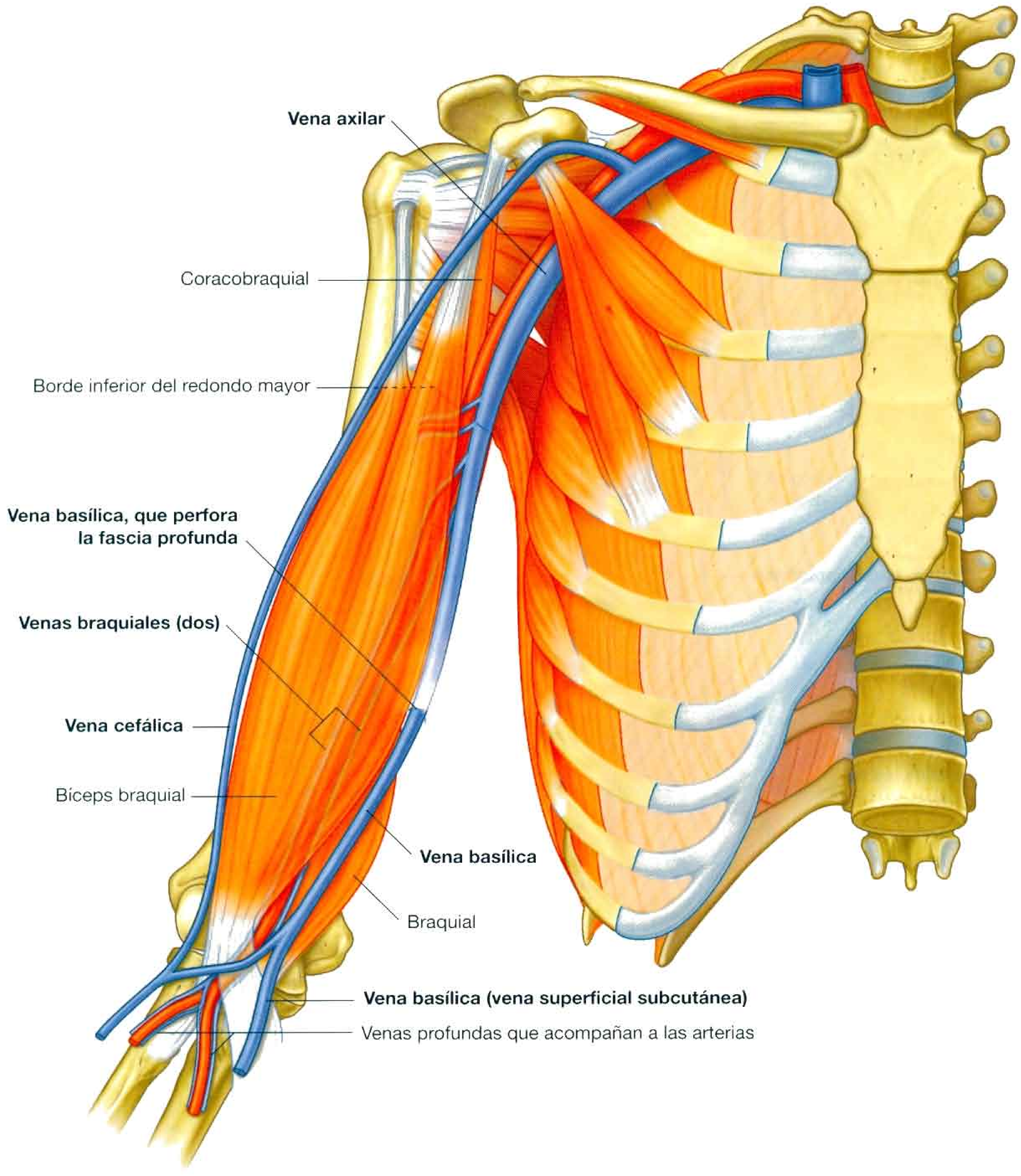


Fig. 7.66 Venas del brazo.

Nervio radial

El nervio radial se origina en el fascículo posterior del plexo braquial y entra en el brazo cruzando el borde inferior del músculo redondo mayor (fig. 7.68). Cuando llega al brazo se sitúa posterior a la arteria braquial. Entra en el compartimento posterior del brazo atravesando el intervalo triangular, acompañado de la arteria braquial profunda.

En el compartimento posterior se dirige de la zona medial a la lateral siguiendo un recorrido diagonal en el surco del nervio radial, situado directamente sobre el hueso. En la cara lateral del brazo, atraviesa el tabique intermuscular lateral para situarse en el compartimento anterior, donde se dispone entre el músculo braquial y un músculo del compartimento posterior del antebrazo: el músculo braquiorradial, que se in-

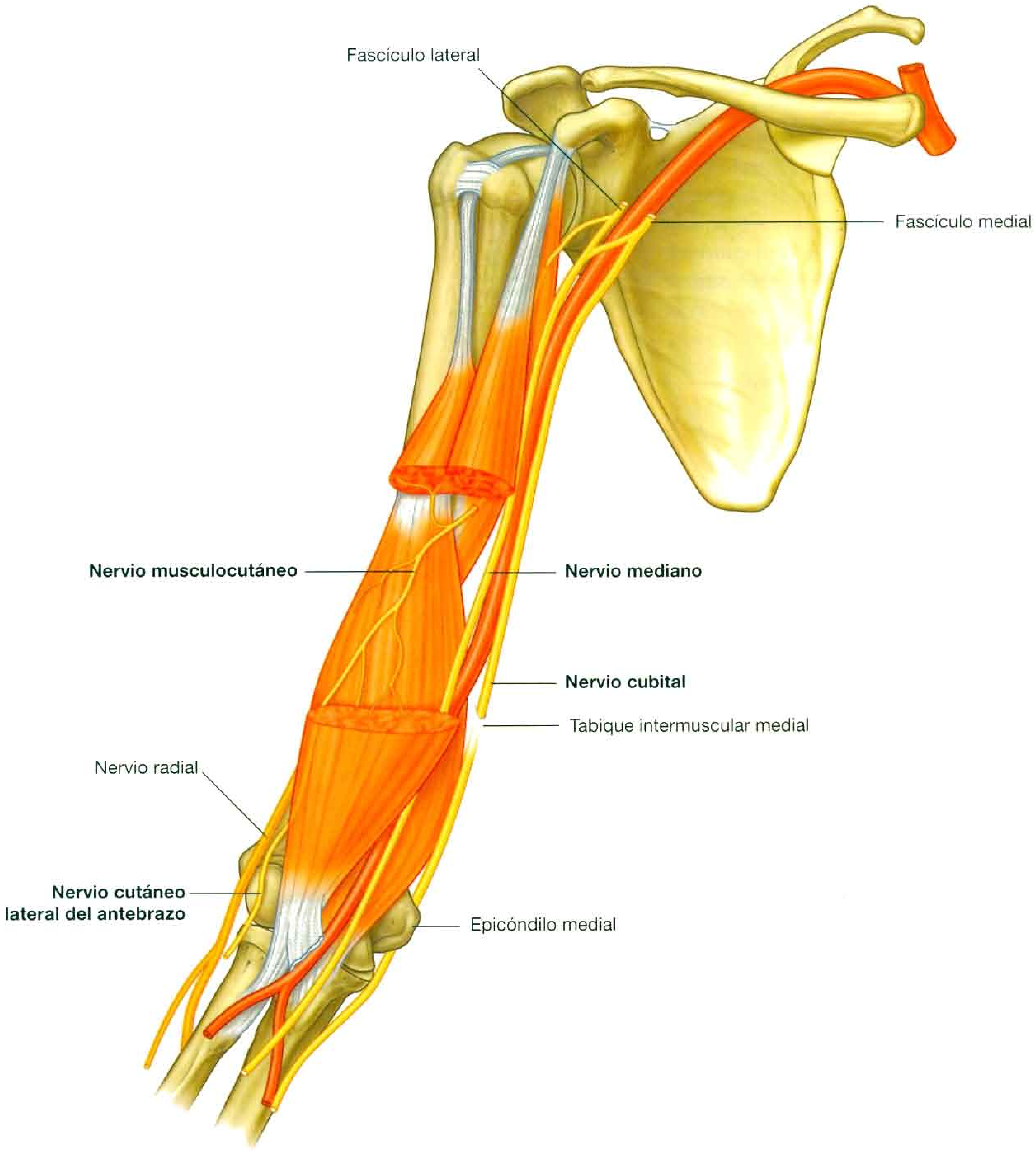


Fig. 7.67 Nervios musculocutáneo, mediano y cubital en el brazo.

serta en la cresta supracondílea lateral del húmero. El nervio radial entra en el antebrazo por la superficie anterior del epicóndilo lateral del húmero, justo en profundidad al músculo braquiorradial.

En el brazo, el nervio radial tiene ramos musculares y cutáneos (fig. 7.68):

- Entre los ramos musculares están los de los músculos tríceps braquial, braquiorradial y extensor radial largo del carpo. Además, el nervio radial contribuye a inervar la parte lateral del músculo braquial. Uno de los ramos para la cabeza medial del músculo tríceps braquial surge antes de que el nervio radial entre en el compartimento

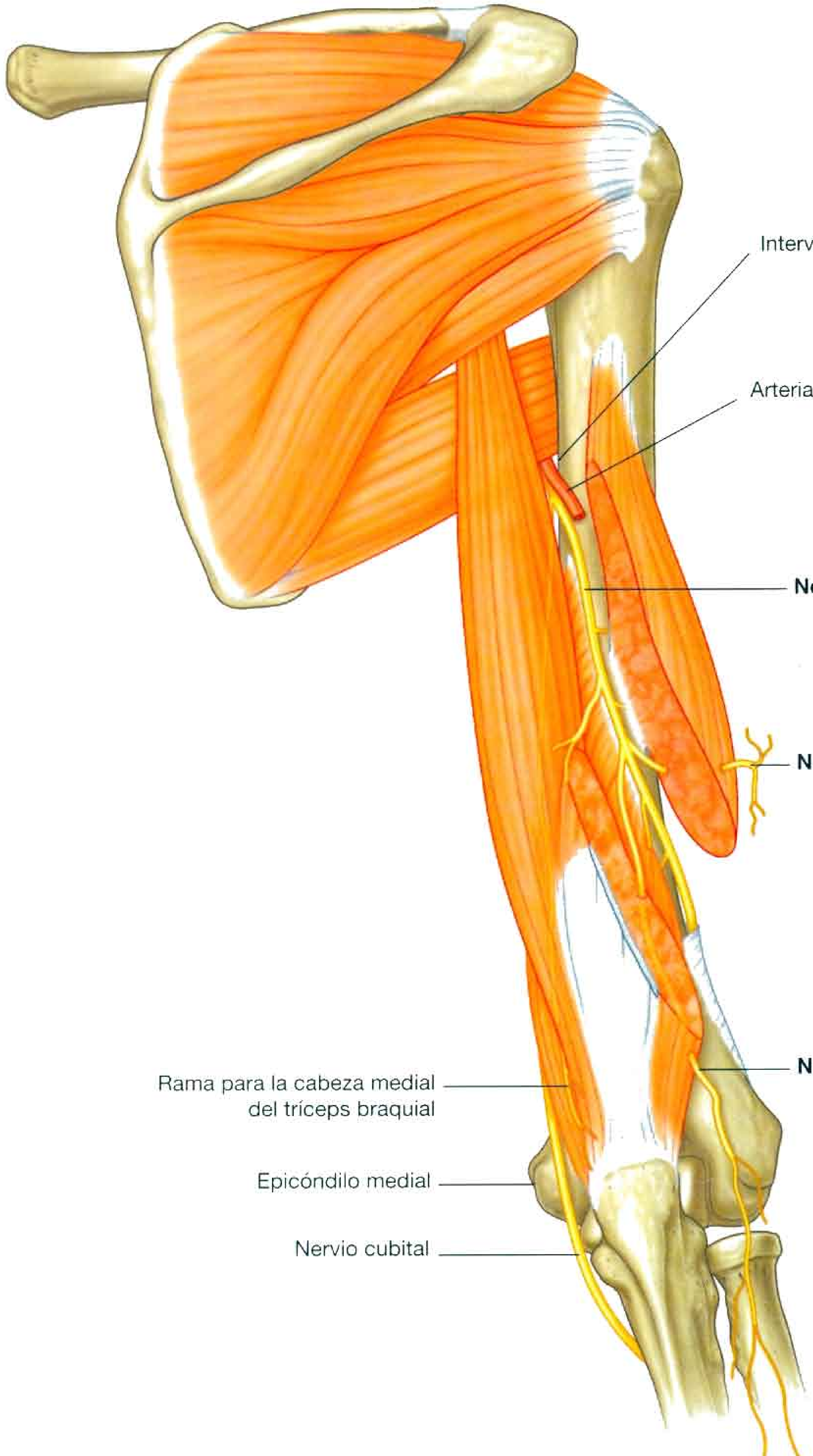


Fig. 7.68 Nervio radial en el brazo.

posterior y desciende verticalmente por el brazo junto con el nervio cubital.

- Los ramos cutáneos del nervio radial que se originan en el compartimento posterior del brazo son el **nervio cutáneo lateral inferior del brazo** y el **nervio cutáneo posterior del antebrazo.** Ambos perforan la cabeza lateral del músculo tríceps braquial y la fascia suprayacente para situarse en el plano subcutáneo.

Conceptos prácticos

Lesión del nervio radial en el brazo

El nervio radial está estrechamente unido a la arteria braquial profunda entre las cabezas medial y lateral del músculo tríceps braquial en el surco del nervio radial. Si el húmero se fractura, el nervio radial se puede estirar o seccionar en esta región, lo que provocaría una lesión y pérdida de función permanentes. Se trata de una lesión típica (fig. 7.69), por lo que el nervio debería explorarse siempre que se sospeche la presencia de una fractura en la zona media del cuerpo del húmero. El paciente suele presentarse con la muñeca caída (debido a la desnervación de la musculatura extensora) y con alteración de la sensibilidad en el dorso de la mano.

Fig. 7.69 Radiografía del húmero, se observa una fractura en la mitad del cuerpo, que puede lesionar el nervio radial.

Conceptos prácticos

Lesión del nervio mediano en el brazo

En el brazo y en el antebrazo es infrecuente que se lesione el nervio mediano, debido a su localización relativamente profunda. El problema neurológico más frecuente relacionado con el nervio mediano es su compresión bajo el retináculo flexor en la muñeca (síndrome del túnel del carpo).

En muy pocas ocasiones puede aparecer una banda fibrosa en la cara anterior del húmero, por debajo de la cual pasa el nervio mediano. Se trata de un resto embriológico del músculo coracobraquial, denominado en ocasiones ligamento de Struthers, y que a veces se calcifica. Esta banda puede comprimir el nervio mediano, lo que produce debilidad de los músculos flexores del antebrazo y de los de la eminencia tenar. Los estudios de conducción nerviosa determinarán el lugar donde el nervio está comprimido.

ARTICULACIÓN DEL CODO

La articulación del codo presenta una estructura compleja, formada por tres articulaciones separadas que comparten una cavidad sinovial común (fig. 7.70):

- Las articulaciones entre la escotadura tróclear del cúbito y la tróclea del húmero, y entre la cabeza del radio y el capítulo del húmero, están implicadas sobre todo en movimientos de flexión y extensión del antebrazo sobre el brazo a modo de bisagra y, en conjunto, forman la principal articulación del codo.
- La articulación entre la cabeza del radio y la escotadura radial del cúbito (articulación radiocubital proximal) participa en la pronación y supinación del antebrazo.

Las superficies articulares de los huesos están cubiertas de cartílago hialino.

La membrana sinovial se origina en los bordes del cartílago articular y recubre la fosa radial, la fosa coronoidea, la fosa olecraniana y la superficie profunda de la cápsula articular, así como la superficie medial de la tróclea (fig. 7.71).

La membrana sinovial está separada de la membrana fibrosa de la cápsula articular por almohadillas grasas en las regiones suprayacentes a la fosa coronoidea, la fosa olecraniana y la fosa radial. Estas almohadillas grasas acogen las apófisis de los huesos correspondientes durante los movimientos de extensión y flexión del codo. Las inserciones de los músculos braquial y tríceps braquial a la cápsula articular situada sobre estas regiones desplazan las almohadillas para que no se interpongan cuando las apófisis de los huesos se dirigen a las fosas.

La membrana fibrosa de la cápsula articular envuelve la membrana sinovial, rodea la articulación y se inserta en el epicóndilo medial y en los bordes de las fosas olecraniana, coronoidea y radial del húmero (fig. 7.72). También se inserta en la apófisis coronoides y en el olécranon del cúbito. En la cara lateral, el borde libre inferior de la cápsula articular rodea el cuello del radio desde una inserción anterior en la apófisis coronoides del cúbito, hasta una inserción posterior en la base del olécranon.

La membrana fibrosa de la cápsula articular se engruesa en la zona medial y lateral para formar los ligamentos colaterales, que ayudan en los movimientos de flexión y extensión de la articulación del codo (fig. 7.72).

Además, la superficie externa de la cápsula articular se refuerza en la zona lateral, donde rodea la cabeza del radio formando un fuerte **ligamento anular del radio.** Aunque este ligamento se fusiona con la membrana fibrosa de la cápsula articular en la mayoría de las zonas, en la parte posterior se encuentran separados. El ligamento anular del radio también se fusiona con el **ligamento colateral radial.**

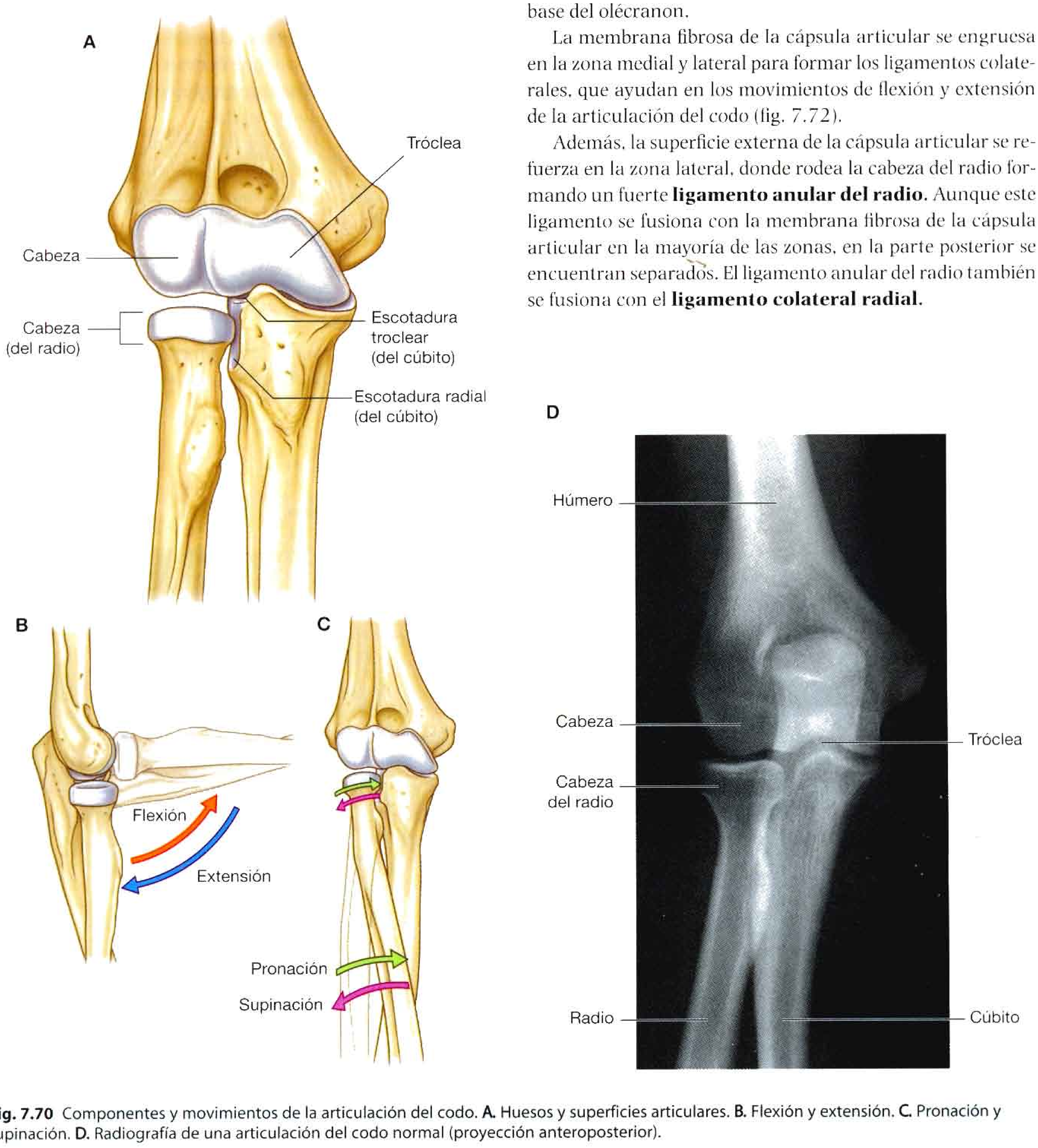


Fig. 7.70 Componentes y movimientos de la articulación del codo. **A.** Huesos y superficies articulares. **B.** Flexión y extensión. **C.** Pronación y supinación. **D.** Radiografía de una articulación del codo normal (proyección anteroposterior).

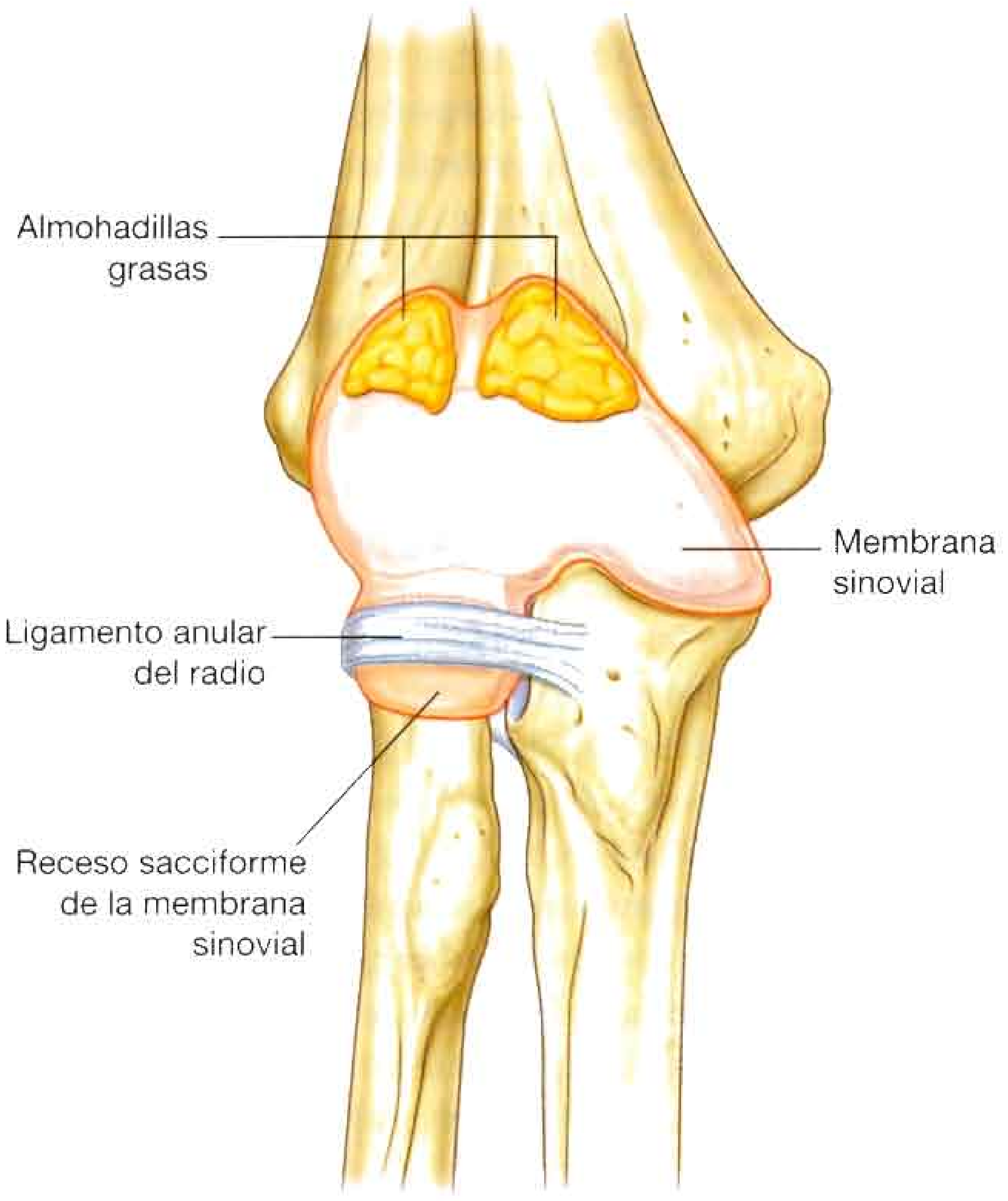


Fig. 7.71 Membrana sinovial de la articulación del codo (vista anterior).

El ligamento anular del radio y la cápsula articular relacionada permiten que la cabeza del radio se deslice por la escotadura radial del cúbito y gire sobre el capítulo del húmero durante la pronación y la supinación del antebrazo.

La superficie profunda de la membrana fibrosa de la cápsula articular y el ligamento anular del radio que se articula con las caras de la cabeza del radio están cubiertos por cartílago. Una bolsa de membrana sinovial (el receso sacciforme) sobresale del borde inferior libre de la cápsula articular y facilita la rotación de la cabeza del radio durante la pronación y la supinación.

La irrigación de la articulación del codo proviene de una red anastomótica de vasos que derivan de las ramas colaterales y recurrentes de las arterias braquial, arteria braquial profunda, arteria radial y cubital.

La articulación del codo está inervada principalmente por ramos de los nervios radial y musculocutáneo, aunque también puede haber algunos ramos procedentes de los nervios cubital y mediano.

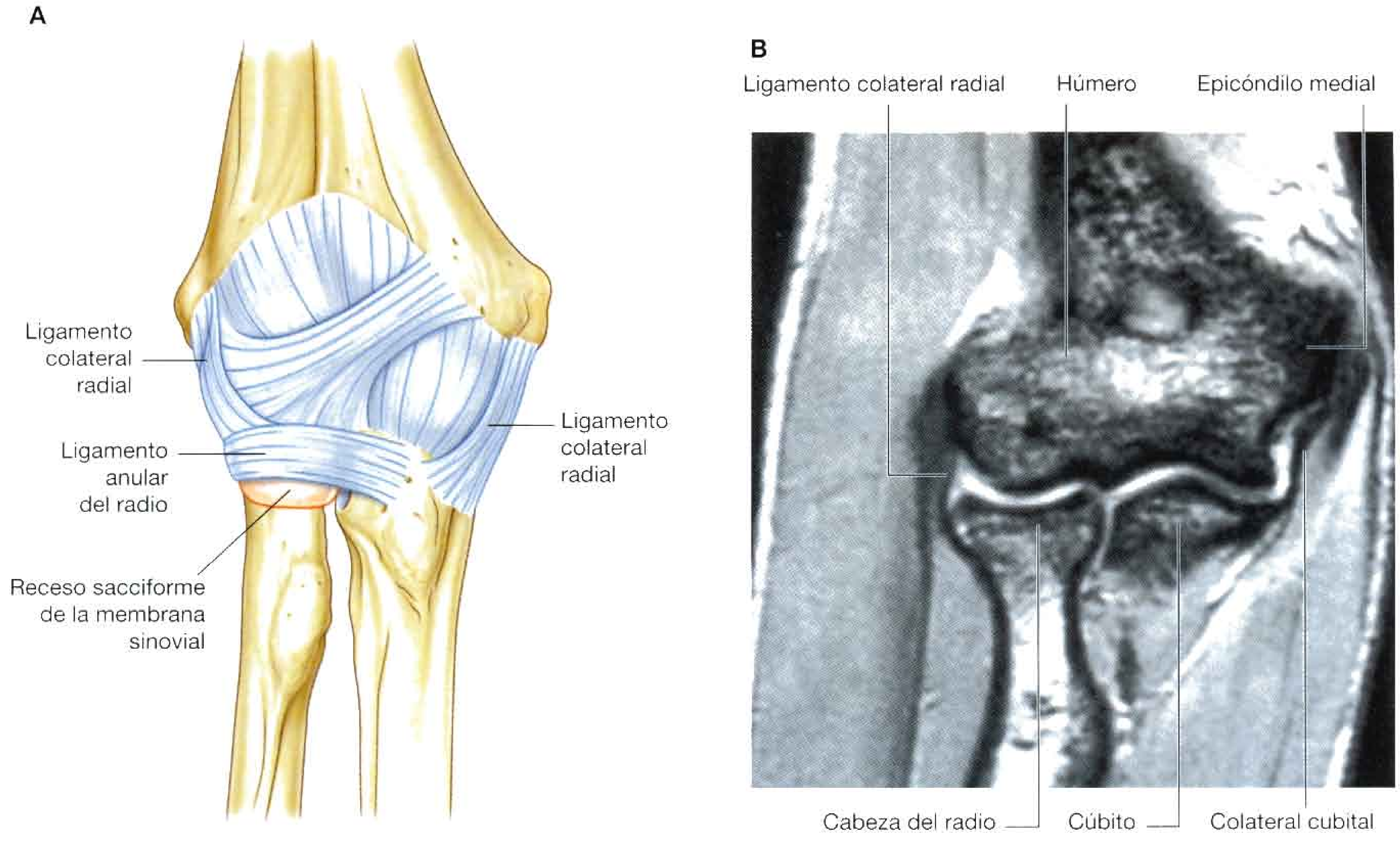


Fig. 7.72 Articulación del codo. **A.** Cápsula articular y ligamentos de la articulación del codo derecho. **B.** Resonancia magnética de la articulación del codo en el plano coronal.

Conceptos prácticos

Lesión de la articulación del codo

La articulación del codo se puede lesionar de muchas maneras; el tipo de lesión depende de la edad de la persona. Cuando se sospeche una fractura o un traumatismo de los tejidos blandos, se debe obtener una radiografía simple lateral y anteroposterior. En un adulto no suele ser difícil interpretar la radiografía, pero en los niños hay que considerar algunos factores adicionales.

A medida que se forma el codo en los niños, antes de la pubertad y en torno a ella, aparecen numerosos centros de osificación secundaria. Es fácil confundir estos centros con fracturas. Además, también puede que la epífisis y la apófisis se «arranquen» o se alteren. Por tanto, al interpretar la radiografía del codo de un niño, el médico debe saber su edad (fig. 7.73). La fusión de los centros de osificación ocurre en torno a la pubertad. Para obtener un diagnóstico correcto es preciso conocer las epífisis y las apófisis normales, y sus relaciones con los huesos. La edad aproximada a la que aparecen los centros de osificación secundaria en el codo son:

- Capítulo del húmero: 1 año.
- Cabeza del radio: 5 años.
- Epicóndilo medial: 5 años.
- Tróclea: 11 años.
- Olécranon: 12 años.
- Epicóndilo lateral: 13 años.

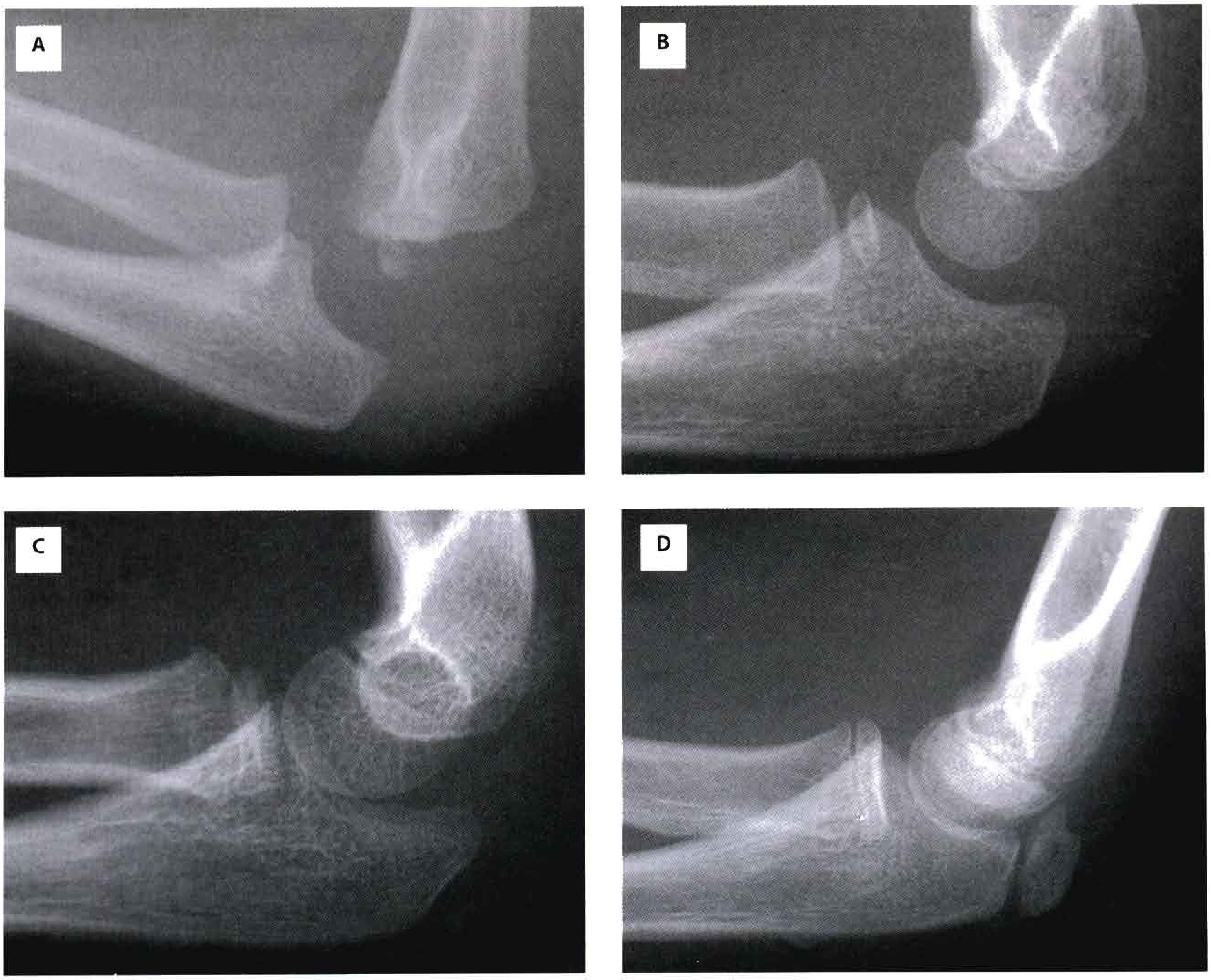


Fig. 7.73 Radiografías del desarrollo de la articulación del codo. **A.** A los 2 años. **B.** A los 5 años. **C.** Entre los 5 y los 6 años. **D.** A los 12 años.

Conceptos prácticos

Fractura supracondílea del húmero

Los traumatismos del codo en los niños pueden producir fracturas transversales del extremo distal del húmero, por encima de los epicóndilos. Esta fractura se denomina fractura supracondílea. El fragmento distal y sus tejidos blandos se desplazan en sentido posterior por el músculo tríceps, lo que puede arquear la arteria braquial sobre la superficie irregular del fragmento proximal de la fractura. En los niños, esto constituye una lesión muy grave: los músculos del compartimento anterior del antebrazo quedan isquémicos y se forman contracciones graves, que reducen de forma significativa la función de los músculos del compartimento anterior y los flexores (contractura isquémica de Volkmann).

Conceptos prácticos

Sección de las arterias radial o cubital

En los adultos se pueden seccionar las arterias radial o cubital, debido a que estos vasos se sitúan en un plano relativamente subcutáneo. Uno de los mecanismos típicos de esta lesión se produce cuando la mano atraviesa una ventana de cristal. Afortunadamente, gracias a la doble irrigación de la mano, el cirujano puede ligar una de las arterias, sin que haya consecuencias significativas.

Conceptos prácticos

Pronación dolorosa infantil (codo de niñera)

La pronación dolorosa infantil es una lesión que suele producirse en niños menores de 5 años, habitualmente como consecuencia de una tracción brusca de la mano, por ejemplo al tirar del niño en un bordillo. La cabeza del radio, aún no desarrollada, y la laxitud del ligamento anular del radio permiten que la cabeza del mismo se subluxe de su cubierta de tejidos blandos. La pronación es extremadamente dolorosa, pero se puede tratar con facilidad mediante la supinación y compresión de la articulación del codo por el médico. Cuando la cabeza del radio se coloca en su sitio, el dolor desaparece de inmediato y el niño puede continuar con su actividad normal.

Conceptos prácticos

Fractura de la cabeza del radio

La fractura de la cabeza del radio es una lesión frecuente y puede producir una morbilidad considerable. Es una de las lesiones que suelen ocurrir cuando se produce una caída con la mano extendida. Al caer, la fuerza se transmite hasta la cabeza del radio, que se fractura. Estas fracturas suelen producir una pérdida de la extensión completa del codo, y la reconstrucción quirúrgica puede precisar periodos prolongados de fisioterapia para conseguir una recuperación total de la movilidad articular.

En la radiografía lateral de una fractura de la cabeza del radio se suelen apreciar signos indirectos de esta lesión. Cuando el hueso se fractura, la cavidad sinovial se llena de líquido, por lo que se elevan unas pequeñas almohadillas grasas situadas en las fosas coronoidea y olecraniana. Estas almohadillas grasas aparecen como zonas radiolúcidas en la radiografía lateral (signo de la «almohadilla grasa»). Este hallazgo radiológico es útil, porque la fractura de la cabeza del radio no siempre se puede apreciar con claridad. Si hay una historia clínica compatible, dolor alrededor de la cabeza del radio y un signo positivo de la almohadilla grasa, se puede interpretar que existe una fractura, aunque ésta no se identifique en la radiografía, y será necesario instaurar el tratamiento apropiado.

Conceptos prácticos

Epicondilitis

Es relativamente frecuente que las personas aficionadas a deportes como el golf y el tenis desarrollen lesiones por sobreesfuerzo en el origen de los músculos flexores y extensores del antebrazo. El dolor suele aparecer alrededor de los epicóndilos y desaparece con reposo. Si el dolor y la inflamación persisten, se puede hacer una liberación quirúrgica del origen extensor o flexor en el hueso. En los jugadores de tenis, el dolor suele producirse en el epicóndilo lateral y en el origen común de los músculos extensores («codo del tenista»), mientras que en los golfistas aparece en el epicóndilo medial, en el origen común de los flexores.

Conceptos prácticos

Artrosis del codo

La artrosis es una enfermedad muy frecuente. Suele ser más grave en la extremidad dominante. De vez en cuando, un codo con artrosis puede sufrir cambios degenerativos tan graves que conduzcan a la aparición de pequeños fragmentos óseos en la cavidad articular. Debido al pequeño tamaño del espacio articular, estos fragmentos, que se suelen alojar en las fosas olecraniana y coronoidea, pueden producir una disminución significativa de la flexión y la extensión.

FOSA DEL CODO

La fosa del codo es una zona de transición fundamental entre el brazo y el antebrazo. Está localizada anterior a la articulación del codo, y es una depresión triangular formada entre dos músculos del antebrazo:

- El músculo braquiorradial, que se origina en la cresta supracondílea lateral del húmero.
- El músculo pronador redondo, que tiene su origen en el epicóndilo medial del húmero (fig. 7.74A).

La base de este triángulo es una línea imaginaria horizontal que pasa entre los epicóndilos medial y lateral. El lecho, o suelo de la fosa, está formado principalmente por el músculo braquial.

El contenido fundamental de la fosa es, de lateral a medial:

- El tendón del músculo bíceps braquial.
- La arteria braquial.
- El nervio mediano (fig. 7.74B).

La arteria braquial normalmente se bifurca en la arteria radial y la arteria cubital en el vértice de la fosa, aunque esta bifurcación se puede producir en un punto mucho más proximal en el brazo, o incluso en la axila (fig. 7.74B). *Cuando se determina la presión arterial en un paciente, el médico coloca el estetoscopio sobre la arteria braquial en la fosa del codo.*

El nervio mediano se sitúa inmediatamente medial a la arteria braquial y deja la fosa pasando entre las cabezas cubital y humeral del músculo pronador redondo (fig. 7.74C).

La arteria braquial y el nervio mediano están cubiertos y protegidos en la zona anterior de la parte distal de la fosa del codo por la aponeurosis bicipital (fig. 7.74B). Se trata de una membrana plana de tejido conjuntivo, que se extiende entre la cara medial del tendón del músculo bíceps braquial y la fascia profunda del antebrazo. *A menudo se puede palpar el borde medial afilado de la aponeurosis bicipital.*

El nervio radial se sitúa justo bajo el borde del músculo braquiorradial, que forma el borde lateral de la fosa (fig. 7.74C). En esta posición, el nervio radial se divide en los ramos superficial y profundo:

- El ramo superficial se continúa por el antebrazo, inmediatamente profundo al músculo braquiorradial.
- El ramo profundo pasa entre las dos cabezas del músculo supinador (v. pág. 703 y fig. 7.89) para alcanzar el compartimento posterior del antebrazo.

El nervio cubital no se sitúa en la fosa del codo, sino que pasa por la superficie posterior del epicóndilo medial.

El techo de la fosa del codo está formado por la fascia superficial y la piel. La estructura más destacada del techo es la vena mediana del codo (fig. 7.74D), que cruza diagonalmente el techo y conecta la vena cefálica en la zona lateral de la extremidad superior con la vena basílica en la zona medial. La aponeurosis bicipital separa la vena mediana del codo de la arteria braquial y del nervio mediano. Otras estructuras en el techo son los nervios cutáneos: los nervios cutáneos medial y lateral del antebrazo.

Conceptos prácticos

Lesión del nervio cubital

El nervio cubital se sitúa en la zona posterior del epicóndilo medial del húmero, en un surco fibroóseo (el surco del nervio cubital), al que se encuentra fijado por un retináculo. En los ancianos se pueden producir cambios degenerativos en este surco, que comprimen el nervio cubital durante la flexión. La extensión y la flexión repetidas del codo pueden causar una lesión localizada del nervio y alterar su función. Los músculos accesorios y la neuritis localizada en esta región, secundaria a los traumatismos directos, también pueden lesionar el nervio cubital.

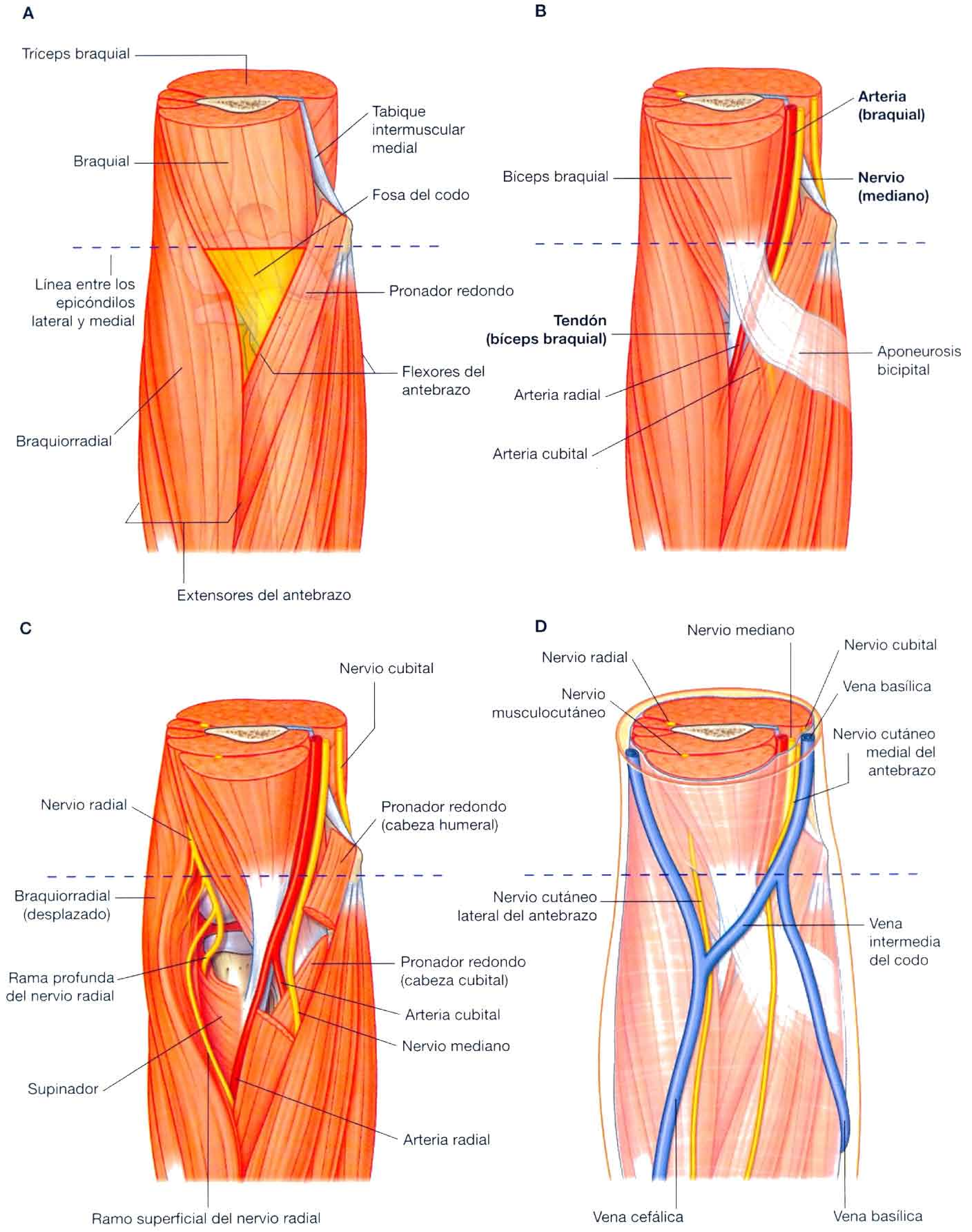


Fig. 7.74 Fosa del codo. **A.** Bordes. **B.** Contenido. **C.** Posición del nervio radial. **D.** Estructuras superficiales.

Conceptos prácticos

Creación de una fístula para diálisis

Muchos pacientes en todo el mundo precisan diálisis debido a insuficiencia renal. La máquina de diálisis filtra y depura la sangre del paciente, que se extrae para pasar por el dispositivo de filtro, y después se devuelve al paciente. El proceso de diálisis dura varias horas y precisa un flujo considerable, de 250-500 ml por minuto. Para disponer de estos volúmenes de sangre es necesario acceder a vasos de un flujo elevado. Ninguna de las venas periféricas tiene ese flujo, por lo que es preciso realizar un procedimiento quirúrgico para crear este sistema. En la mayoría de los pacientes se anastomosa la arteria radial a la vena cefálica (fig. 7.75) en la muñeca, o la arteria braquial con la vena cefálica en el codo. Algunos cirujanos colocan un injerto arterial entre estos vasos.

Después de seis semanas, el tamaño de la vena ha aumentado como respuesta al flujo sanguíneo arterial, y es susceptible de realizar la canalización directa o la diálisis.

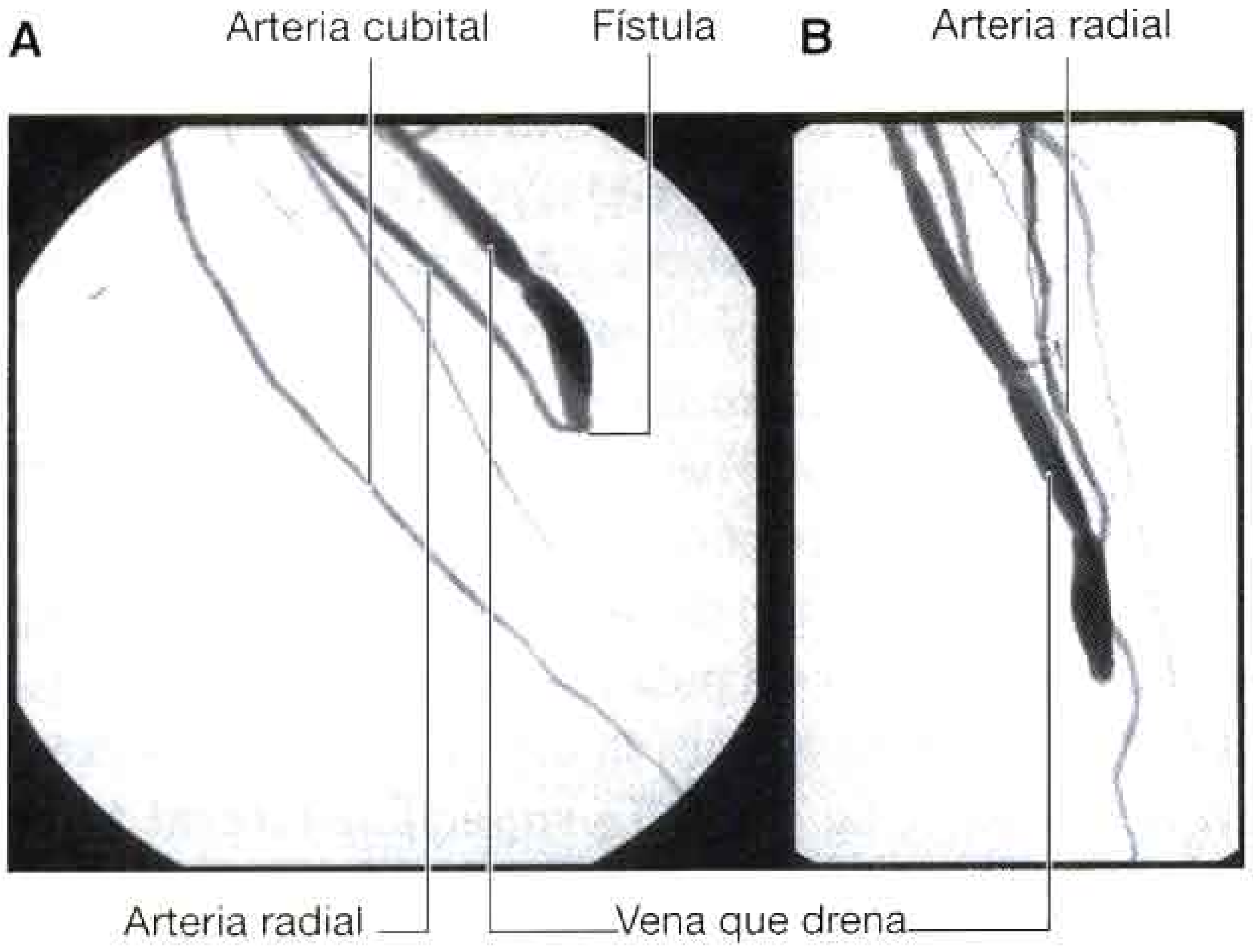


Fig. 7.75 Angiografía por sustracción digital del antebrazo que muestra una fístula radiocefálica quirúrgica. **A.** Proyección anteroposterior. **B.** Proyección lateral.

ANTEBRAZO

El antebrazo es la parte de la extremidad superior que se extiende desde la articulación del codo hasta la muñeca. En la zona proximal, la mayoría de las principales estructuras pasan entre el brazo y el antebrazo a través de la fosa del codo o en relación a ella (fig. 7.76). La fosa del codo se sitúa anterior a la articulación del codo. La excepción a esto la constituye el nervio cubital, que pasa por la superficie posterior del epicóndilo medial del húmero.

En la zona distal, las estructuras pasan entre el antebrazo y la mano bien por el túnel del carpo, o anteriores a esta estructura (fig. 7.76). La principal excepción es la arteria radial, que rodea la muñeca por su cara dorsal para acceder a la mano por la zona posterior.

El esqueleto óseo del antebrazo está formado por dos huesos paralelos, el radio y el cúbito (figs. 7.77 y 7.78). El radio, situado en la zona lateral, presenta un extremo proximal pequeño, en su zona de articulación con el húmero, y tiene un mayor tamaño en la zona distal, donde forma la articulación de la muñeca con los huesos del carpo de la mano.

El cúbito se sitúa medial en el antebrazo, y sus extremos proximal y distal presentan tamaños contrarios a los del radio: es grande en la zona proximal y pequeño en la distal. Las articulaciones proximal y distal entre el radio y el cúbito permiten que el extremo distal del radio se desplace sobre el extremo adyacente del cúbito. Así se consiguen realizar los movimientos de pronación y supinación de la mano.

Como sucede en el brazo, el antebrazo está dividido en compartimentos anterior y posterior (v. fig. 7.76). En el antebrazo, estos compartimentos están separados por:

- Un tabique intermuscular lateral, que se extiende desde el borde anterior del radio hasta la fascia profunda que rodea la extremidad.
- Una membrana interósea, que une los bordes adyacentes del radio y del cúbito en la mayor parte de su longitud.
- La inserción de la fascia profunda en el borde posterior del cúbito.

Los músculos del compartimento anterior del antebrazo flexionan la muñeca y los dedos y pronan la mano. Los músculos del compartimento posterior extienden la muñeca y los dedos y supinan la mano. Los principales vasos y nervios pasan por cada uno de los compartimentos, a los que irrigan e inervan.

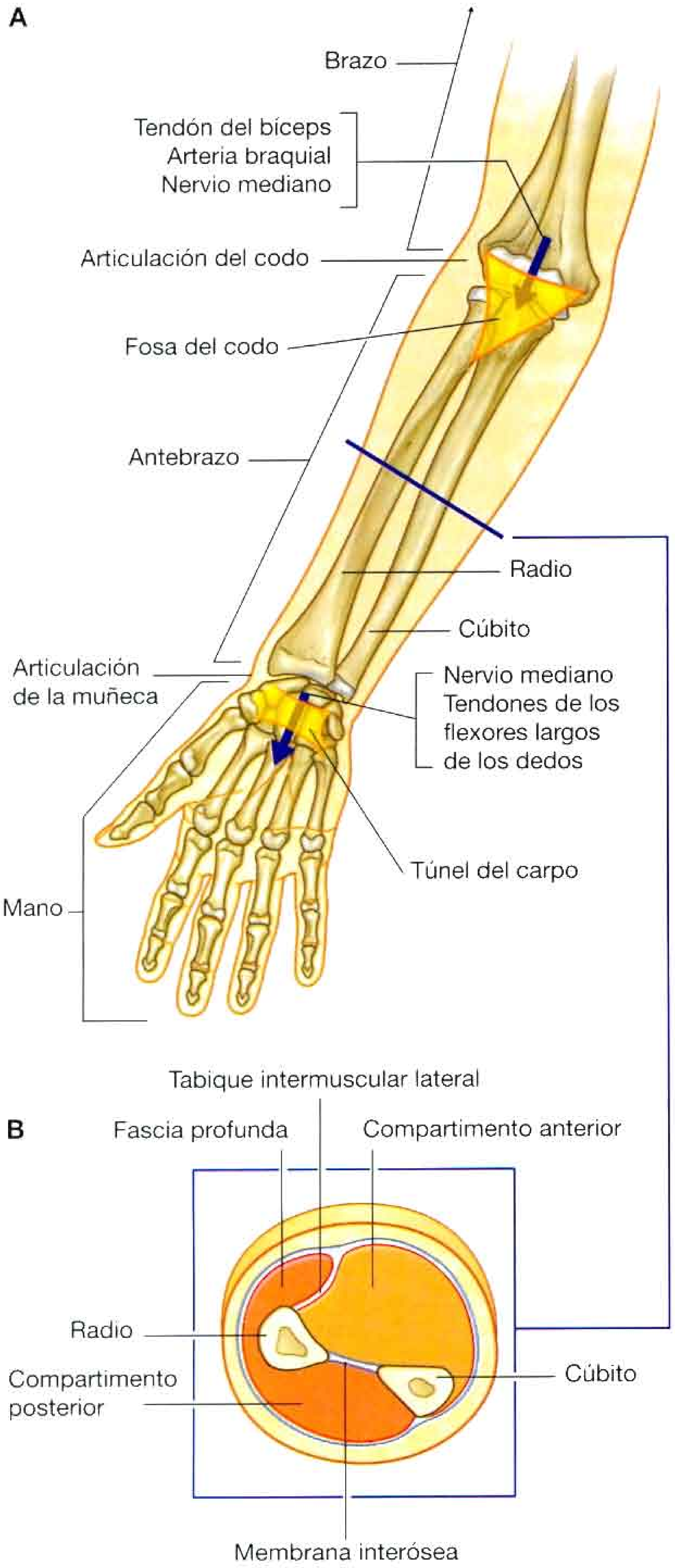


Fig. 7.76 Antebrazo. **A.** Relaciones proximales y distales del antebrazo. **B.** Corte transversal a través de la zona media del antebrazo.

Huesos

Cuerpo y extremo distal del radio

El cuerpo del radio es estrecho en su extremo proximal, donde se continúa con la tuberosidad del radio y el cuello, y mucho más ancho en la zona distal, donde se ensancha para formar el extremo distal (v. fig. 7.77).

La sección transversal del radio en casi toda su longitud es triangular, y tiene:

- Tres bordes (anterior, posterior, e interóseo).
- Tres superficies (anterior, posterior y lateral).

El **borde anterior** empieza en la cara medial del hueso, como una continuación de la tuberosidad del radio. En el tercio superior del hueso cruza el cuerpo diagonalmente, de medial a lateral, en forma de línea oblicua del radio. El **borde posterior** sólo es evidente en el tercio medio del hueso. El **borde interóseo** es afilado y sirve de lugar de inserción a la membrana interósea, que une el radio y el cúbito.

Las superficies anterior y posterior del radio son, en general, lisas, mientras que la superficie lateral, en su zona media, tiene una rugosidad ovalada para la inserción del músculo pronador redondo.

Visto desde su cara anterior, el extremo distal del radio es ancho y algo aplanado dorsoventralmente (fig. 7.77). Por tanto, el radio tiene unas superficies anterior y posterior anchas, y unas superficies lateral y medial estrechas. Su superficie anterior es lisa y poco llamativa, excepto por una cresta afilada prominente que forma el borde lateral.

La **superficie posterior** del radio se caracteriza por la presencia de un gran **tubérculo dorsal**, que actúa como polea para el tendón de uno de los músculos extensores del pulgar (el extensor largo del pulgar). La superficie medial posee una carilla prominente para la articulación con el extremo distal del cúbito (v. fig. 7.77). La **superficie lateral** del radio tiene forma de rombo y se prolonga distalmente en forma de apófisis estiloides.

El extremo distal del hueso tiene dos carillas para la articulación con dos de los huesos del carpo (el escafoides y el semilunar).

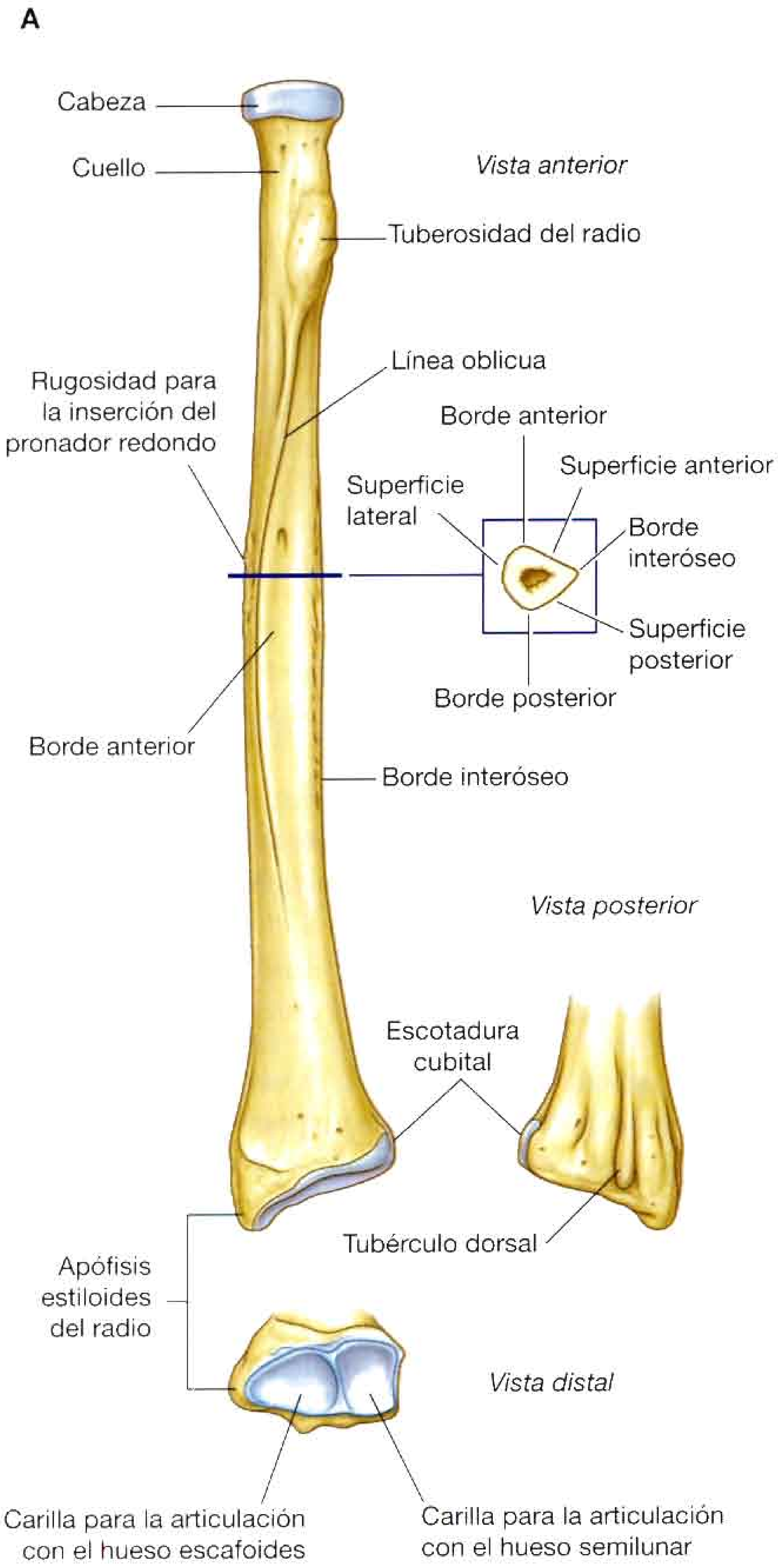


Fig. 7.77 Radio. **A.** Cuerpo y extremo distal del radio derecho. **B.** Radiografía del antebrazo (proyección anteroposterior).

Cuerpo y extremo distal del cúbito

El cuerpo del cúbito es ancho en la zona superior, donde se continúa con el gran extremo proximal del hueso, y estrecho en la zona distal, donde forma una pequeña cabeza distal (figs. 7.78). Al igual que el radio, el cuerpo del cúbito es triangular en su sección transversal y tiene:

- Tres bordes (anterior, posterior e interóseo).
- Tres superficies (anterior, posterior y medial).

El **borde anterior** es liso y redondeado. *El **borde posterior** es afilado y se puede palpar en toda su longitud.*

El **borde interóseo** también es afilado y es lugar donde se inserta la membrana interósea, que une el cúbito y el radio.

La **superficie anterior** del cúbito es lisa, excepto en la zona distal, donde existe una zona rugosa lineal para la inserción del músculo pronador cuadrado. La **superficie medial** es lisa y poco llamativa. La **superficie posterior** está delimitada por líneas, que señalan distintas zonas de inserción muscular en el hueso.

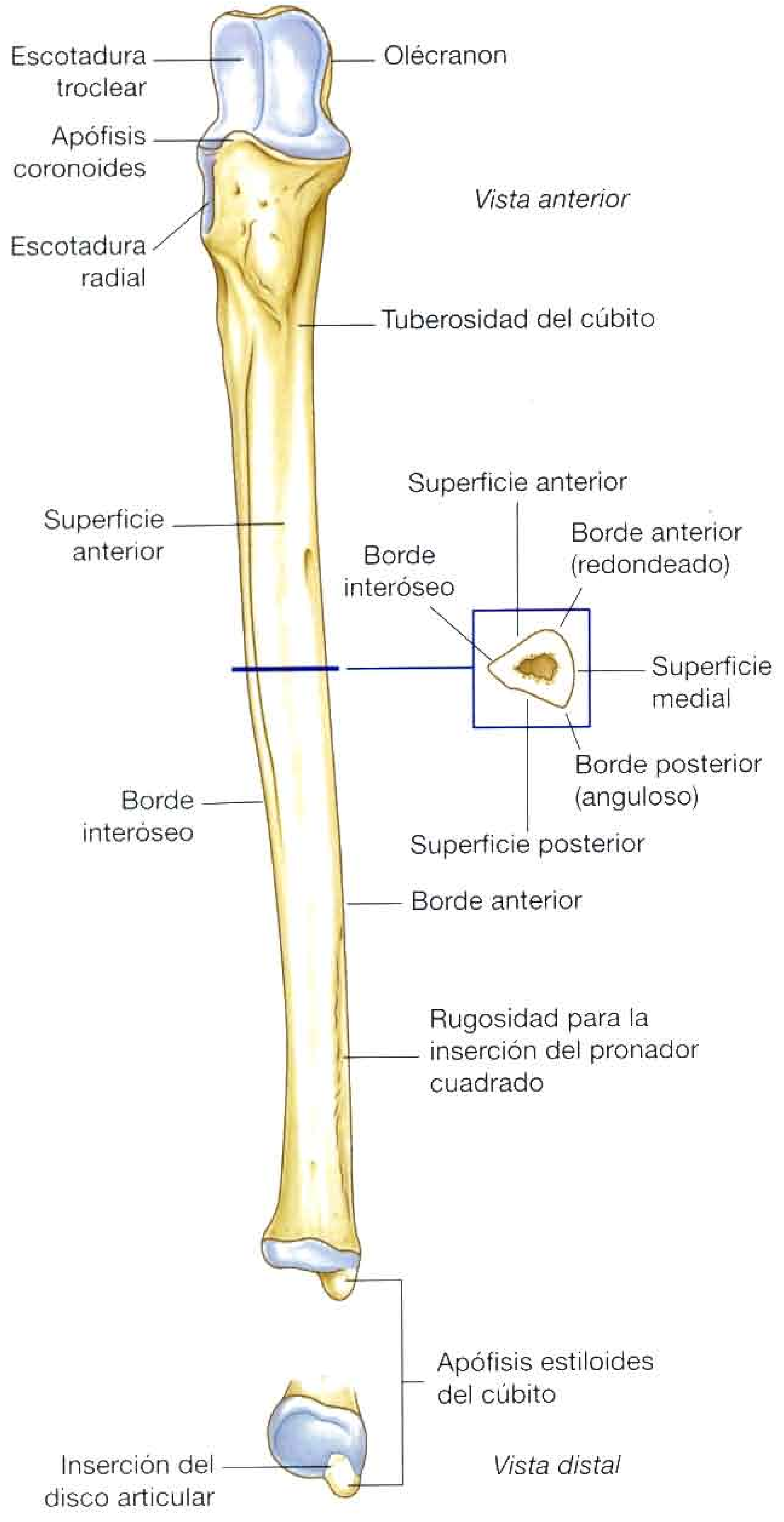


Fig. 7.78 Cuerpo y extremo distal del cúbito derecho.

El extremo distal del cúbito es pequeño y está formado por una cabeza redondeada y por la apófisis estiloides del cúbito (fig. 7.78). Las partes anterolateral y distal de la cabeza están cubiertas por cartílago articular. La apófisis estiloides del cúbito se proyecta en sentido distal desde la cara dorsomedial del hueso.

Articulaciones

Articulación radiocubital distal

La articulación radiocubital distal se establece entre la superficie articular de la cabeza del cúbito, la escotadura cubital del extremo del radio, y un disco articular fibroso, que separa la articulación radiocubital de la articulación de la muñeca (fig. 7.79).

Este disco articular tiene forma triangular, y se une por su vértice a una depresión rugosa en el cúbito, entre la apófisis estiloides y la superficie articular de la cabeza. La base del disco se une con el borde anguloso del radio entre la escotadura cubital y la superficie articular para los huesos del carpo.

La membrana sinovial se inserta en los bordes de la articulación radiocubital distal, y su superficie externa está cubierta por una cápsula articular fibrosa.

La articulación radiocubital distal permite que el extremo distal del radio se desplace anteromedialmente sobre el cúbito.

Membrana interósea

La membrana interósea es una delgada lámina fibrosa que conecta el borde medial del radio con el lateral del cúbito (fig. 7.79). La mayoría de las fibras de colágeno de esta lámina llevan una dirección descendente desde el ra[illegible] hacia el cúbito.

Conceptos prácticos

Fracturas del radio y del cúbito

El radio y el cúbito están unidos al húmero en la zona proximal y a los huesos del carpo en la zona distal mediante un complejo sistema de ligamentos y músculos. Aunque son huesos independientes en muchos aspectos, se comportan como uno solo. Cuando se produce un traumatismo grave en el antebrazo, suele afectar a ambos huesos, lo que provoca la fractura de ambos huesos o, más frecuentemente, una fractura en uno de los huesos y una luxación en el otro. El mecanismo de la fractura y la edad del paciente suelen condicionar el tipo de lesión que se produce.

Existen tres tipos clásicos de lesiones en el radio y el cúbito:

- La fractura de Monteggia es una fractura del tercio proximal del cúbito y una luxación anterior de la cabeza del radio en el codo.
- La fractura de Galeazzi es una fractura del tercio distal del radio asociada con una subluxación (luxación parcial) de la cabeza del cúbito (zona distal del cúbito) en la articulación de la muñeca.
- La fractura de Colles es una fractura con desplazamiento posterior del extremo distal del radio.

Siempre que se encuentre una fractura del radio o del cúbito en una radiografía, deben obtenerse más proyecciones del codo y de la muñeca para descartar la presencia de luxaciones.

La membrana interósea tiene un borde libre superior, que se sitúa inmediatamente inferior a la tuberosidad del radio, y una pequeña abertura circular en el tercio distal. Los vasos pasan entre los compartimentos anterior y posterior por encima del borde superior y a través de la abertura inferior.

La membrana interósea conecta el radio y el cúbito sin restringir los movimientos de pronación y supinación, y sirve para la inserción de músculos de los compartimentos anterior y posterior. La orientación de las fibras de esta membrana favorece la transferencia de fuerzas desde el radio hasta el cúbito y, en definitiva, desde la mano hasta el húmero.

Pronación y supinación

La pronación y la supinación de la mano se producen completamente en el antebrazo, e implican la rotación del radio en el codo y el desplazamiento del extremo distal del radio sobre el cúbito (fig. 7.80).

En el codo, la superficie articular superior de la cabeza del radio gira sobre el capítulo del húmero, mientras que, al mismo tiempo, la superficie articular en el lado de la cabeza se desliza sobre la escotadura radial del cúbito y las zonas adyacentes de la cápsula articular y del ligamento anular del radio. En la articulación radiocubital distal, la escotadura cubital del radio se desliza por la zona anterior, sobre la superficie convexa de la cabeza del cúbito. Durante estos movimientos, los huesos se mantienen unidos por:

- El ligamento anular del radio en la articulación radiocubital proximal.
- La membrana interósea en toda la longitud del radio y el cúbito.
- El disco articular en la articulación radiocubital distal (fig. 7.80).

La mano se articula fundamentalmente con el radio, por lo que el paso del extremo distal del radio a la zona medial, sobre el cúbito, desplaza la mano desde una posición con la palma anterior (supinación) a otra con la palma posterior (pronación).

Hay dos músculos que supinan y dos músculos que pronan la mano (fig. 7.80).

Músculos implicados en la pronación y en la supinación

Bíceps braquial

El músculo bíceps braquial (el mayor de los cuatro músculos encargados de la pronación y la supinación de la mano) es un potente supinador, además de ser flexor de la articulación del codo. Resulta más eficaz como supinador cuando el brazo se encuentra flexionado.

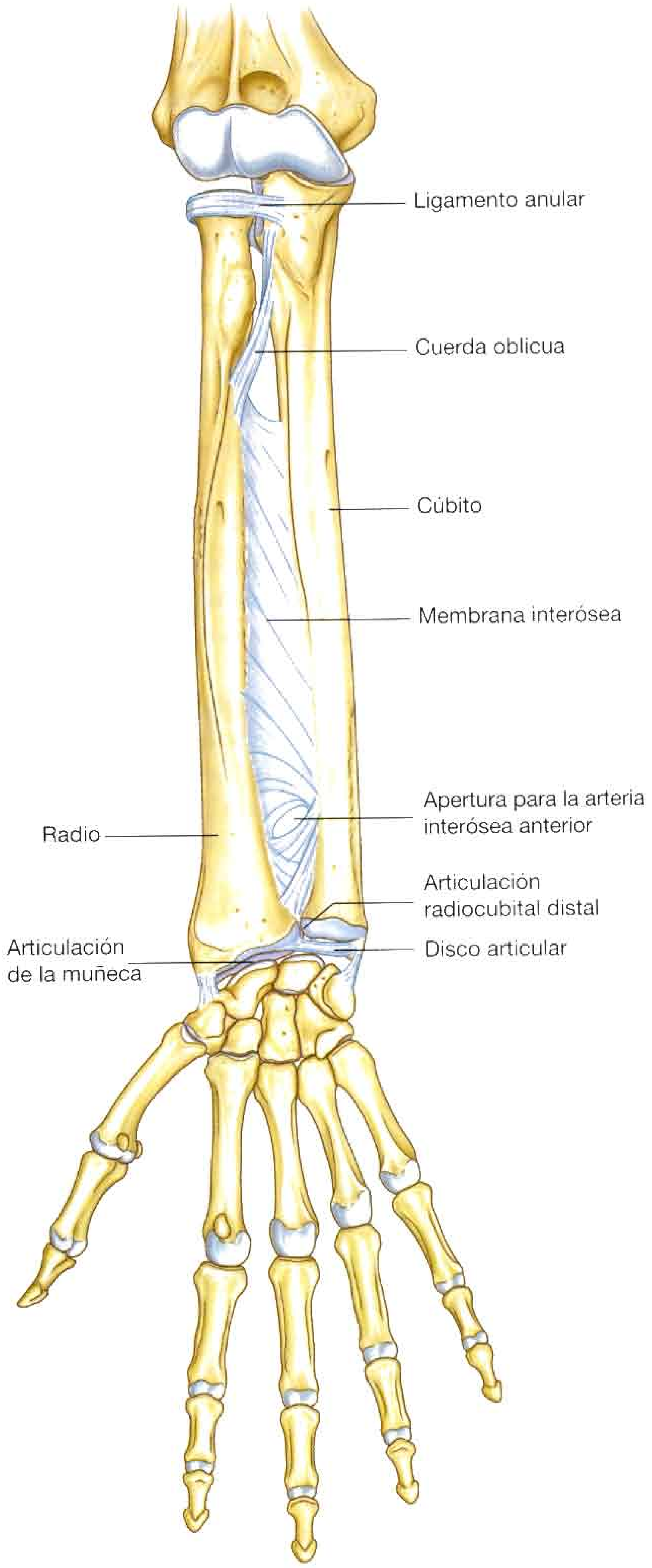


Fig. 7.79 Articulación radiocubital distal y membrana interósea.

Supinador

El segundo músculo implicado en la supinación es el **supinador.** Se localiza en el compartimento posterior del antebrazo. Tiene un origen muy extenso, desde la cresta del músculo supinador del cúbito, el epicóndilo lateral del húmero y los ligamentos relacionados con la articulación del codo.

El músculo supinador rodea las superficies posterior y lateral del tercio superior del radio para insertarse en el cuerpo del radio, superior a la línea oblicua.

El tendón del músculo bíceps braquial y del músculo supinador envuelven el extremo proximal del radio cuando la mano está en pronación (v. fig. 7.80). Cuando se contraen, se desenvuelven del hueso y producen la supinación de la mano.

Pronador redondo y pronador cuadrado

La pronación es consecuencia de la acción de los músculos **pronador redondo** y **pronador cuadrado** (fig. 7.80). Ambos se encuentran en el compartimento anterior del antebrazo:

- El pronador redondo se extiende desde el epicóndilo medial del húmero hasta la superficie lateral del radio, aproximadamente en la mitad del cuerpo.
- El pronador cuadrado se sitúa entre las superficies anteriores de los extremos distales del radio y del cúbito.

Cuando estos músculos se contraen, desplazan el extremo distal del radio sobre el cúbito, y así consiguen la pronación de la mano (fig. 7.80).

Ancóneo

En la articulación del codo, además de la flexión y extensión en bisagra se produce cierta abducción y aducción del cúbito, además de mantener la posición de la palma de la mano en un eje central durante los movimientos de pronación y supinación (fig. 7.81). El músculo implicado en este movimiento es el **ancóneo,** que es un músculo triangular situado en el compartimento posterior del antebrazo. Se extiende desde el epicóndilo lateral hasta la superficie lateral del cúbito.

COMPARTIMENTO ANTERIOR DEL ANTEBRAZO

Músculos

Los músculos del compartimento anterior (flexor) del antebrazo se disponen en tres planos: superficial, intermedio y profundo. En general, estos músculos se asocian con:

- Movimientos de la articulación de la muñeca.
- Flexión de los dedos, incluido el pulgar.
- Pronación.

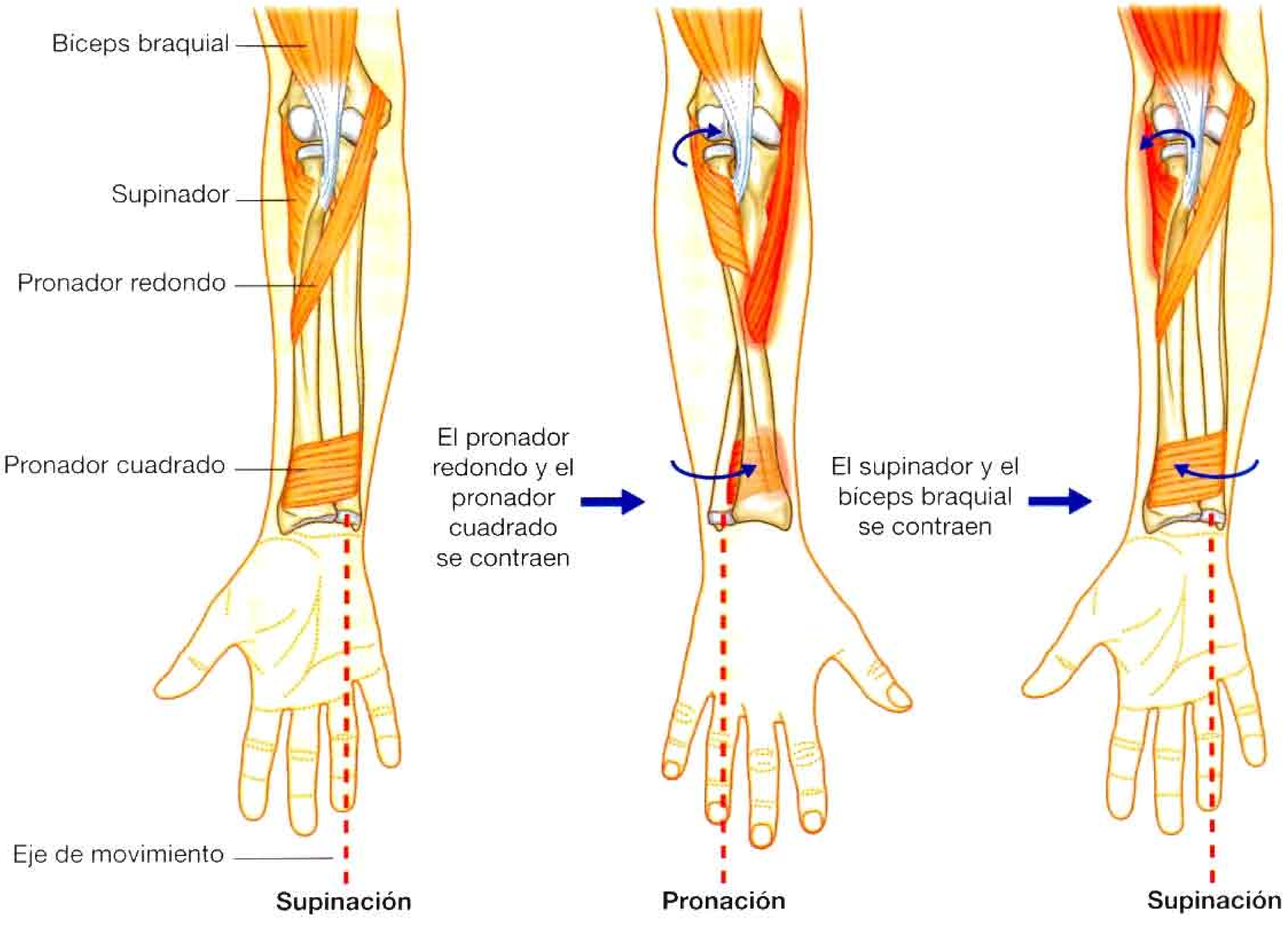


Fig. 7.80 Pronación y supinación.

Todos los músculos del compartimento anterior del antebrazo están inervados por el nervio mediano, excepto el músculo flexor cubital del carpo y la mitad medial del músculo flexor profundo de los dedos, que están inervados por el nervio cubital.

Plano superficial

Los cuatro músculos del plano superficial (flexor cubital del carpo, palmar largo, flexor radial del carpo y pronador redondo) tienen un origen común en el epicóndilo medial del húmero y, con excepción del pronador redondo, se extienden distalmente desde el antebrazo hasta la mano (fig. 7.82 y tabla 7.10).

Flexor cubital del carpo

El **flexor cubital del carpo** es el más medial de los músculos flexores del plano superficial. Tiene un origen alargado lineal desde el olécranon y el borde posterior del cúbito, además de otro origen en el epicóndilo medial del húmero (fig. 7.82).

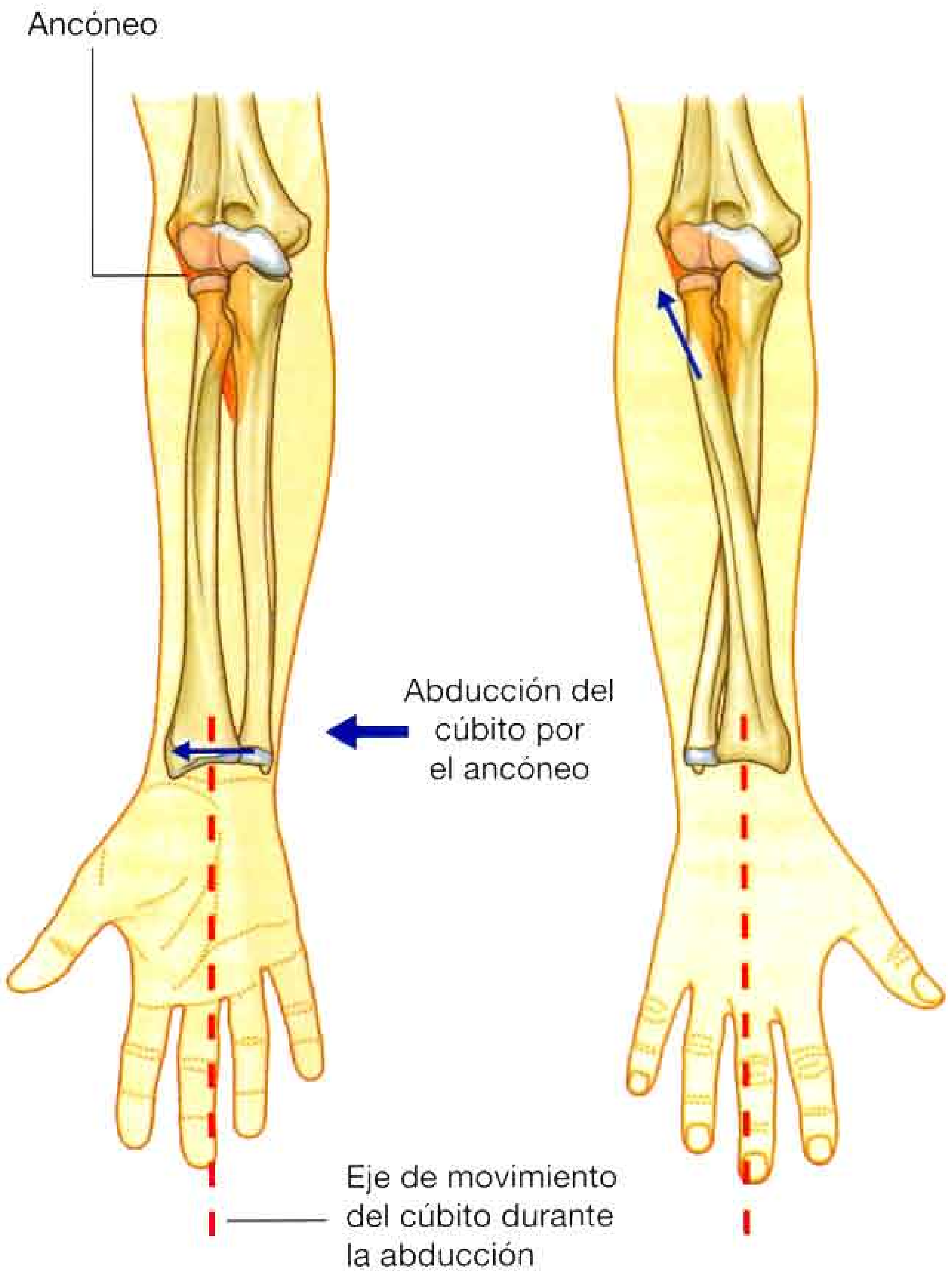


Fig. 7.81 Abducción del extremo distal del cúbito por el ancóneo durante la pronación y la supinación.

Tabla 7.10 Músculos del plano superficial del compartimento anterior del antebrazo (los niveles de la médula espinal en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Flexor cubital del carpo	Cabeza humeral: epicóndilo medial del húmero; cabeza cubital: olécranon y borde posterior del cúbito	Hueso pisiforme, y desde ahí mediante los ligamentos pisiganchoso y pisimetacarpiano al ganchoso y a la base del V metacarpiano	Nervio cubital (C7, **C8**, T1)	Flexiona y aduce la articulación de la muñeca
Palmar largo	Epicóndilo medial del húmero	Aponeurosis palmar de la mano	Nervio mediano (C7, C8)	Flexiona la muñeca; como la aponeurosis palmar se inserta en la piel de la mano, la contracción del músculo durante el agarre resiste las fuerzas de tracción sobre la piel
Flexor radial del carpo	Epicóndilo medial del húmero	Base del II y III metacarpianos	Nervio mediano (C6, C7)	Flexiona y abduce la muñeca
Pronador redondo	Cabeza humeral: epicóndilo medial y cresta supracondílea adyacente; cabeza cubital: zona medial de la apófisis coronoides	Rugosidad en la superficie lateral de la mitad del cuerpo del radio	Nervio mediano (C6, C7)	Pronación

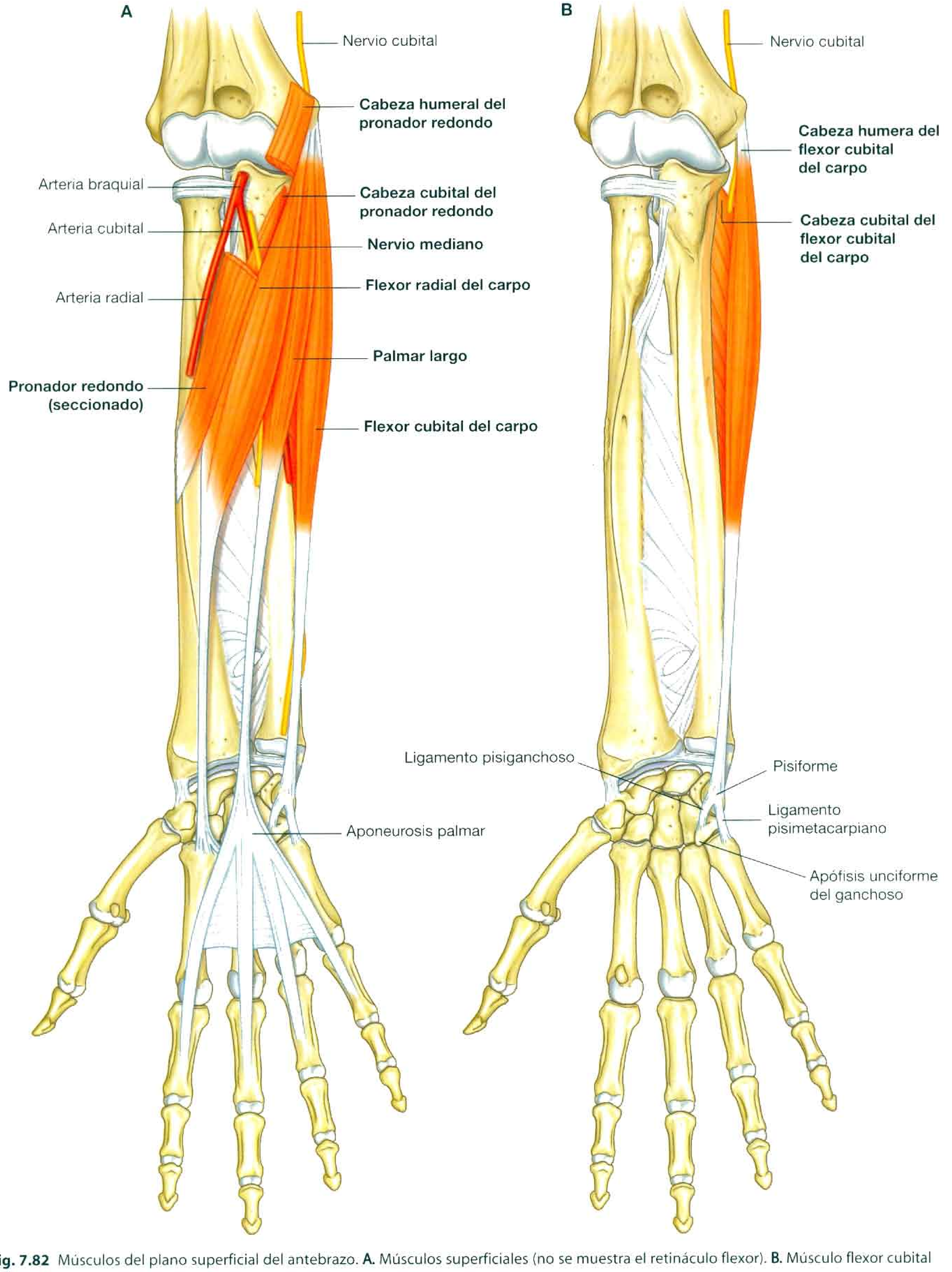


Fig. 7.82 Músculos del plano superficial del antebrazo. **A.** Músculos superficiales (no se muestra el retináculo flexor). **B.** Músculo flexor cubital del carpo.

El nervio cubital llega al compartimento anterior del antebrazo pasando por un espacio triangular existente entre las cabezas humeral y cubital del músculo flexor cubital del carpo. Las fibras musculares convergen en un tendón que se dirige distalmente y se inserta en el hueso pisiforme de la muñeca. Desde aquí, la fuerza se transmite al hueso ganchoso de la muñeca y a la base del V metacarpiano por los **ligamentos pisiganchoso** y **pisimetacarpiano.**

El músculo flexor cubital del carpo es un potente flexor y aductor de la muñeca. Está inervado por el nervio cubital (tabla 7.10).

Palmar largo

El músculo **palmar largo,** que está ausente en cerca del 15% de la población, se sitúa entre los músculos flexor cubital del carpo y flexor radial del carpo (fig. 7.82B). Es un músculo fusiforme, con un tendón largo, que pasa por la mano y se inserta en el retináculo flexor y en una gruesa capa de fascia profunda (la aponeurosis palmar), situada bajo la piel y unida a ella en la palma y en los dedos.

Además de su función como un flexor accesorio de la muñeca, el músculo palmar largo también se opone a las fuerzas que desplazan la piel de la palma durante el agarre (tabla 7.10).

Flexor radial del carpo

El músculo **flexor radial del carpo** se sitúa lateral al palmar largo, y tiene un tendón largo y prominente en la mitad distal del antebrazo (fig. 7.82A y tabla 7.10). Al contrario que el tendón del flexor cubital del carpo, que forma el borde medial de la zona distal del antebrazo, el tendón del flexor radial del carpo se coloca justo lateral a la línea media. *En esa posición se puede palpar fácilmente, por lo que constituye un punto de referencia destacado para encontrar el pulso de la arteria radial, que se sitúa inmediatamente lateral al tendón.*

El tendón del flexor radial del carpo pasa por un compartimento formado por hueso y fascia en la zona lateral de la superficie anterior de la muñeca, y se inserta en las superficies anteriores de las bases del II y III metacarpianos.

El flexor radial del carpo es un potente flexor de la muñeca, y también puede abducir esta articulación.

Pronador redondo

El músculo pronador redondo se origina en el epicóndilo medial y en la cresta supracondílea del húmero, así como en una pequeña zona lineal en el borde medial de la apófisis coronoides del cúbito (fig. 7.82A). El nervio mediano a menudo sale de la fosa del codo pasando entre las cabezas humeral y cubital de este músculo. El pronador redondo cruza el antebrazo y se inserta en una zona rugosa ovalada, en la superficie lateral del radio, aproximadamente en el punto medio del hueso.

El pronador redondo forma el borde medial de la fosa del codo y durante la pronación rota el radio sobre el cúbito (tabla 7.10).

Plano intermedio

Flexor superficial de los dedos

El músculo del plano intermedio del compartimento anterior del antebrazo es el músculo **flexor superficial de los dedos** (fig. 7.83). Este gran músculo tiene dos cabezas:

- La cabeza humerocubital, que se origina principalmente en el epicóndilo medial del húmero y en la zona adyacente del borde medial de la apófisis coronoides del cúbito.
- La cabeza radial, que tiene su origen en la línea oblicua anterior del radio.

El nervio mediano y la arteria cubital discurren en un plano profundo al flexor superficial de los dedos, entre las dos cabezas.

En la zona distal del antebrazo, el flexor superficial de los dedos forma cuatro tendones, que pasan por el túnel del carpo de la muñeca y se dirigen a los dedos 2° a 5°. Los tendones de los dedos anular y medio son superficiales a los tendones de los dedos índice y meñique.

En el antebrazo, en el túnel del carpo y en la zona proximal de los cuatro dedos, los tendones del flexor superficial de los dedos son anteriores a los tendones del músculo flexor profundo de los dedos.

Cerca de la base de la falange proximal de cada dedo, el tendón del flexor superficial de los dedos se separa en dos partes que se dirigen dorsalmente, rodeando a cada lado el tendón del flexor profundo de los dedos, y al final se insertan en los bordes de la falange media (fig. 7.83).

El flexor superficial de los dedos flexiona la articulación metacarpofalángica y la interfalángica proximal de cada dedo; también flexiona la articulación de la muñeca (tabla 7.11).

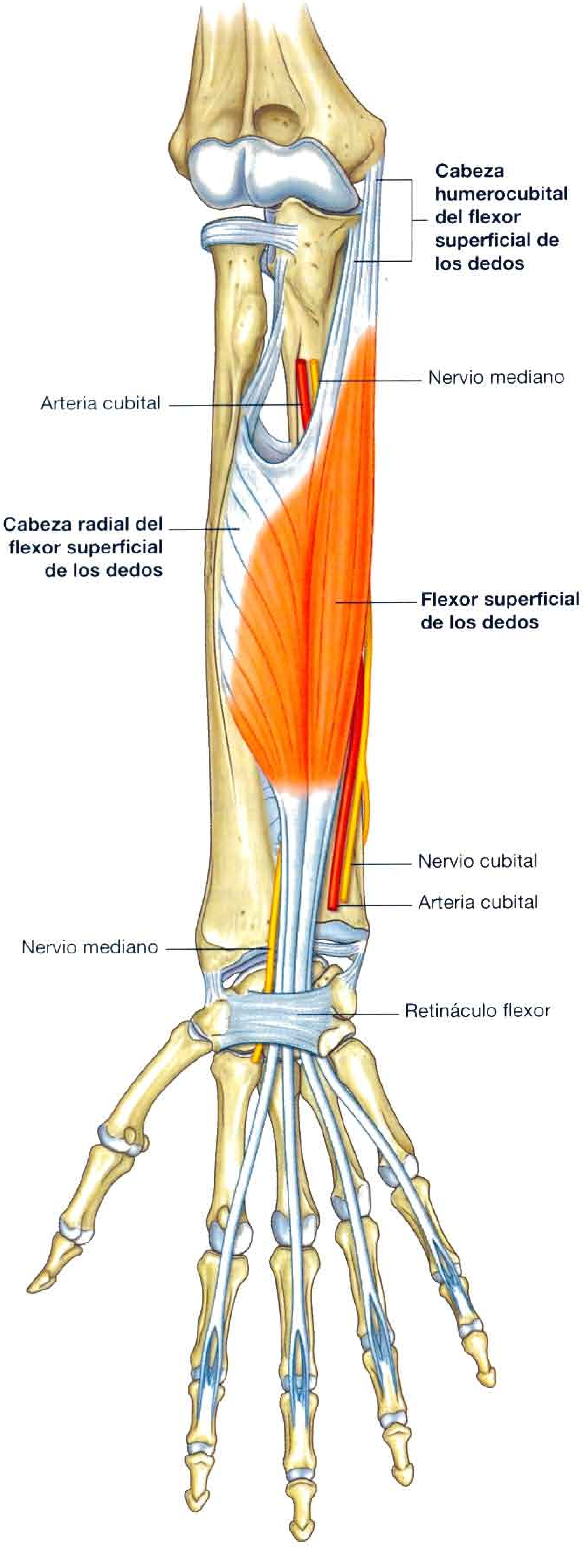


Fig. 7.83 Músculos del plano intermedio del antebrazo.

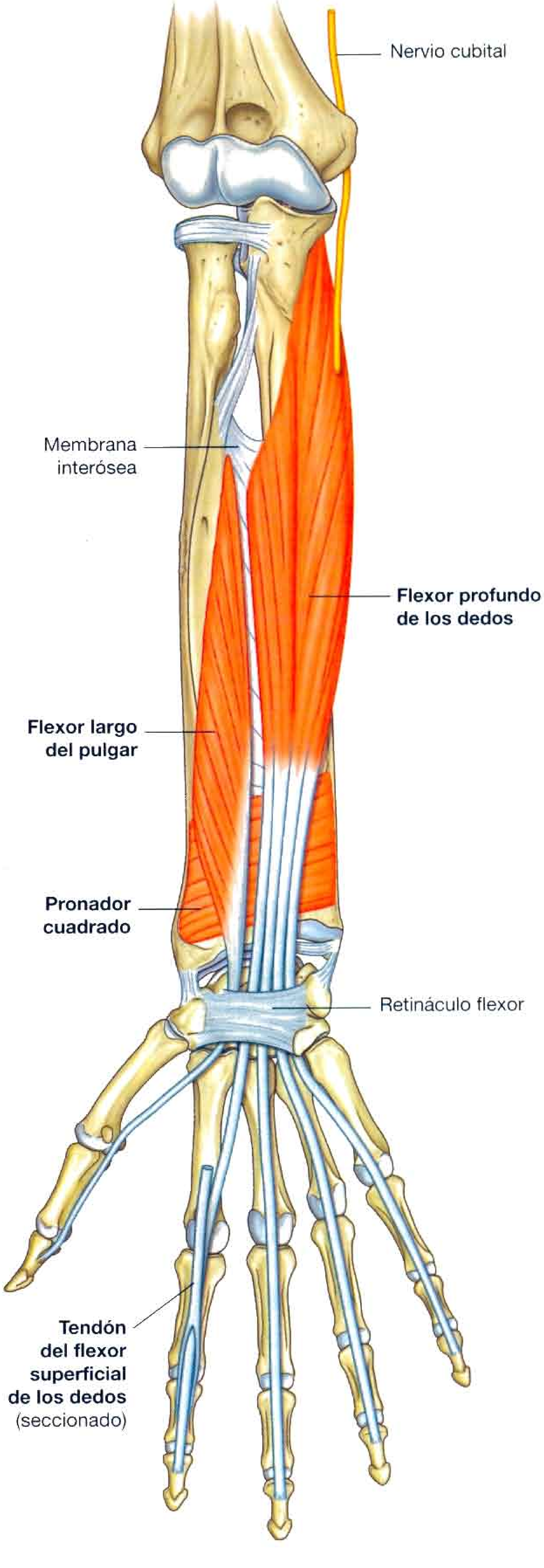


Fig. 7.84 Músculos del plano profundo del antebrazo.

Plano profundo

En el compartimento anterior del antebrazo hay tres músculos profundos: el flexor profundo de los dedos, el flexor largo del pulgar y el pronador cuadrado (fig. 7.84 en pág. 696).

Flexor profundo de los dedos

El músculo flexor profundo de los dedos se origina en las zonas anterior y medial del cúbito y en la mitad adyacente de la superficie anterior de la membrana interósea (fig. 7.84). Origina cuatro tendones, que pasan por el túnel del carpo y se dirigen hacia los cuatro dedos mediales. En la mayor parte de su recorrido, sus tendones discurren en profundidad a los del músculo flexor superficial de los dedos.

Frente a la falange proximal de cada dedo, cada uno de los tendones del flexor profundo de los dedos pasa a través de un ojal, formado por el tendón suprayacente del flexor superficial de los dedos, y se dirige distalmente para insertarse en la cara anterior de la base de la falange distal.

En la palma, los músculos lumbricales se originan de los lados de los tendones del flexor profundo de los dedos.

La inervación de las mitades medial y lateral del flexor profundo de los dedos es diferente, como se explica a continuación:

- La mitad lateral (correspondiente a los dedos índice y medio) está inervada por el nervio interóseo anterior (ramo del nervio mediano).
- La mitad medial (correspondiente a los dedos anular y meñique) está inervada por el nervio cubital.

El flexor profundo de los dedos flexiona las articulaciones metacarpofalángicas y las articulaciones interfalángicas proximal y distal de los cuatro dedos. Los tendones cruzan la muñeca, por lo que también puede flexionar dicha articulación (tabla 7.12).

Tabla 7.11 Músculos del plano intermedio del compartimento anterior del antebrazo

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Flexor superficial de los dedos	Cabeza humerocubital: epicóndilo medial del húmero y borde adyacente de la apófisis coronoides; cabeza radial: línea oblicua del radio	Cuatro tendones, que se insertan en las superficies palmares de las falanges medias de los dedos índice, medio, anular y meñique	Nervio mediano (C8, T1)	Flexiona las articulaciones interfalángicas proximales de los dedos índice, medio, anular y meñique; también puede flexionar las articulaciones metacarpofalángicas de estos dedos y la articulación de la muñeca.

Tabla 7.12 Músculos del plano profundo del compartimento anterior del antebrazo (los niveles de la médula espinal en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Flexor profundo de los dedos	Superficies anterior y medial del cúbito, y mitad medial anterior de la membrana interósea	Cuatro tendones que se insertan en las superficies palmares de las falanges distales de los dedos índice, medio, anular y meñique	Mitad lateral por el nervio mediano (nervio interóseo anterior); mitad medial por el nervio cubital (**C8**, T1)	Flexiona las articulaciones interfalángicas distales de los dedos índice, medio, anular y meñique; también puede flexionar las articulaciones metacarpofalángicas de estos dedos y la articulación de la muñeca
Flexor largo del pulgar	Superficie anterior del radio y mitad radial de la membrana interósea	Superficie palmar de la base de la falange distal del pulgar	Nervio mediano (nervio interóseo anterior) (C7, **C8**)	Flexiona la articulación interfalángica del pulgar y puede flexionar la metacarpofalángica del pulgar
Pronador cuadrado	Cresta lineal en la superficie anterior distal del cúbito	Superficie anterior distal del radio	Nervio mediano (ramo interóseo anterior) (C7, **C8**)	Pronación

Flexor largo del pulgar

El músculo **flexor largo del pulgar** se origina en la superficie anterior del radio y en la mitad adyacente de la superficie anterior de la membrana interósea (fig. 7.84). Es un potente músculo cuyo único tendón alargado pasa por el túnel del carpo, lateral a los tendones del flexor superficial de los dedos y del flexor profundo de los dedos, y llega al pulgar, donde se inserta en la base de la falange distal.

El flexor largo del pulgar flexiona el pulgar. Está inervado por el nervio interóseo anterior (ramo del nervio mediano) (tabla 7.12).

Pronador cuadrado

El **pronador cuadrado** es un músculo plano, de forma cuadrada, que se sitúa en la zona distal del antebrazo (fig. 7.84). Se origina en una cresta lineal en la superficie anterior del extremo inferior del cúbito y se dirige lateralmente para insertarse en la superficie anterior aplanada del radio. Se ubica en profundidad a los músculos flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar, cuyos tendones le cruzan.

El músculo pronador cuadrado tira del extremo distal del radio para hacerlo desplazarse sobre el cúbito durante la pronación. Está inervado por el nervio interóseo anterior (ramo del nervio mediano) (tabla 7.12).

Arterias y venas

Las arterias de mayor tamaño del antebrazo se sitúan en el compartimento anterior, se dirigen distalmente para irrigar la mano y emiten vasos que irrigan el compartimento posterior (fig. 7.85).

La arteria braquial llega al antebrazo desde el brazo pasando por la fosa del codo. En el vértice de esta fosa se divide en sus dos ramas principales: la arteria radial y la arteria cubital.

Arteria radial

La arteria radial se origina en la arteria braquial, aproximadamente en el cuello del radio, y discurre por la zona lateral del antebrazo (v. fig. 7.85) del siguiente modo:

- En la mitad proximal del antebrazo, justo profunda al músculo braquiorradial.
- En el tercio medio del antebrazo su cara lateral se relaciona con el ramo superficial del nervio radial.
- En la zona distal del antebrazo, medial al tendón del músculo braquiorradial y cubierta sólo por la fascia profunda, la fascia superficial y la piel.

En la zona distal del antebrazo, la arteria radial se sitúa inmediatamente lateral al tendón del músculo flexor radial del carpo y justo anterior al músculo pronador cuadrado y al extremo distal del radio (fig. 7.85). *En la zona distal del antebrazo se puede localizar la arteria radial utilizando como referencia el músculo flexor radial del carpo. El pulso radial se detecta palpando suavemente la arteria radial contra el músculo y el hueso subyacentes.*

La arteria radial deja el antebrazo, rodea la zona lateral de la muñeca y penetra en la cara dorsolateral de la mano, entre las bases del I y II metacarpianos (fig. 7.85). Las ramas de la arteria radial en la mano suelen proporcionar la principal irrigación para el pulgar y la cara lateral del dedo índice.

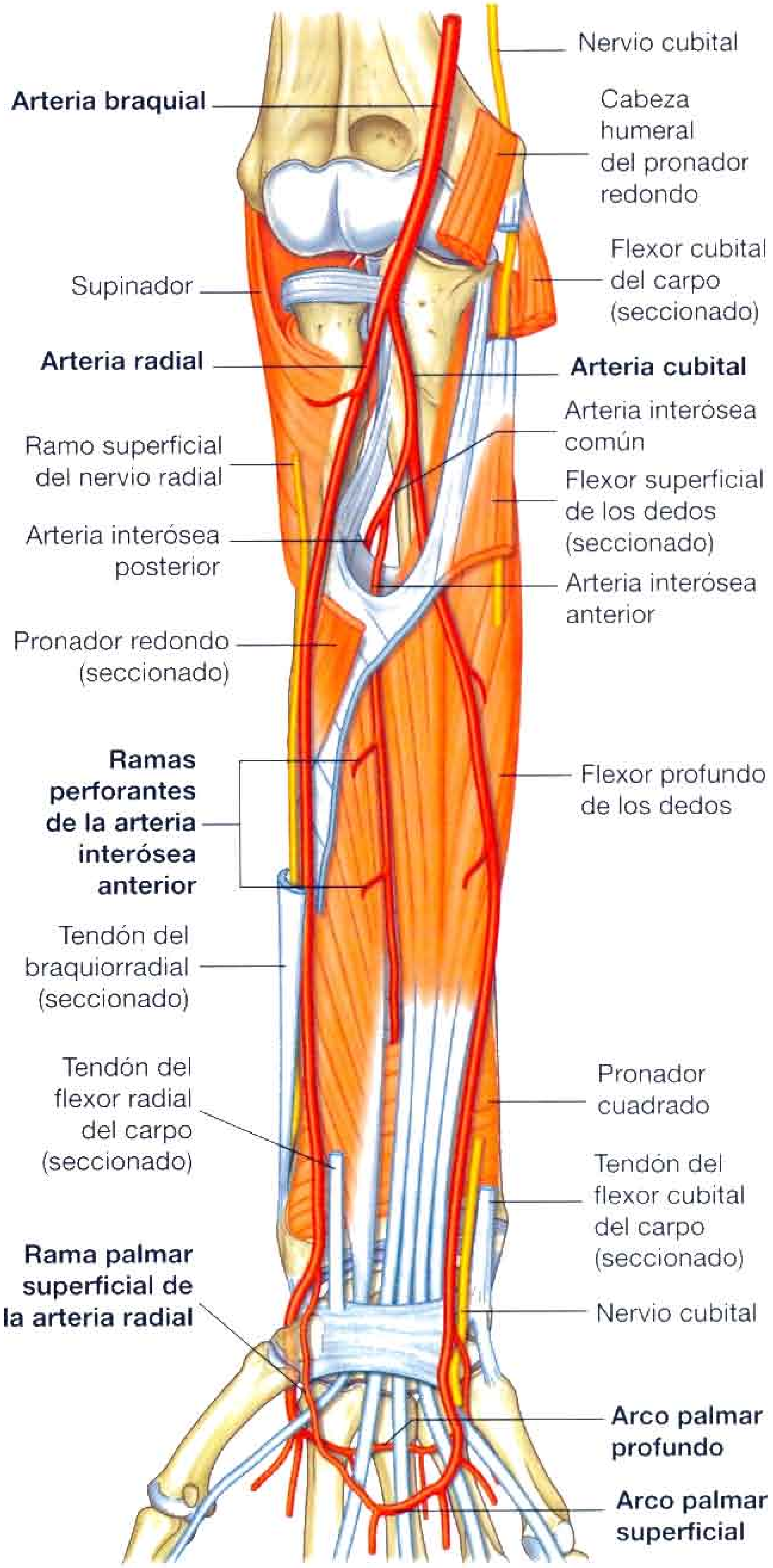


Fig. 7.85 Arterias del compartimento anterior del antebrazo.

Las ramas que se originan en la arteria radial en el antebrazo son:

- La **arteria recurrente radial**, que colabora en la formación de un plexo de vasos interconectados alrededor de la articulación del codo y da numerosas ramas que irrigan los músculos de la zona lateral de antebrazo (v. fig. 7.65B).
- Una pequeña **rama palmar del carpo**, que forma un plexo anastomótico de vasos para irrigar los huesos y las articulaciones del carpo.
- Una rama algo mayor, la **rama palmar superficial**, que entra en la mano atravesando los músculos de la eminencia tenar en la base del pulgar, o superficial a ellos (fig. 7.85), y se anastomosa con el arco palmar superficial formado por la arteria cubital.

Arteria cubital

La arteria cubital es mayor que la radial y desciende por la zona medial del antebrazo (fig. 7.85). Abandona la fosa del codo pasando en profundidad al músculo pronador redondo, tras lo que discurre por el antebrazo en el plano de la fascia, entre los músculos flexor cubital del carpo y flexor profundo de los dedos.

En la zona distal del antebrazo, la arteria cubital suele permanecer cubierta bajo el borde anterolateral del tendón del flexor cubital del carpo, y por tanto es difícil de palpar.

En la zona distal del antebrazo, el nervio cubital se sitúa inmediatamente medial a la arteria.

La arteria cubital deja el antebrazo, llega a la mano discurriendo lateral al hueso pisiforme y superficial al retináculo flexor de la muñeca, y forma un arco sobre la palma (fig. 7.85). Suele proporcionar la principal irrigación de los tres dedos mediales y la mitad medial del índice.

Las ramas de la arteria cubital que se originan en el antebrazo son:

- La **arteria recurrente cubital**, con las **ramas anterior** y **posterior**, que colaboran en la formación de un plexo anastomótico en torno a la articulación del codo (red articular del codo).
- Numerosas arterias musculares, que irrigan los músculos circundantes.
- La arteria **interósea común** (v. fig. 7.65B), que se divide en las arterias interóseas anterior y posterior (fig. 7.85).
- Dos pequeñas arterias del carpo (**rama dorsal del carpo** y **rama palmar del carpo**), que irrigan la muñeca.

La **arteria interósea posterior** se dirige dorsalmente sobre el borde proximal de la membrana interósea, para entrar en el compartimento posterior del antebrazo.

La **arteria interósea anterior** se dirige distalmente sobre la cara anterior de la membrana interósea e irriga los músculos del compartimento profundo del antebrazo, así como el radio y el cúbito. Tiene numerosas ramas, que perforan la membrana interósea para irrigar los músculos profundos del compartimento posterior; también posee una pequeña rama que colabora en el plexo vascular formado alrededor de los huesos y las articulaciones del carpo. En la zona distal del antebrazo perfora la membrana interósea y termina uniéndose con la arteria interósea posterior.

Venas

Las venas profundas del compartimento anterior suelen acompañar a las arterias y drenar en las venas braquiales que se relacionan con la arteria braquial en la fosa del codo.

Nervios

Los nervios del compartimento anterior del antebrazo son los nervios mediano y cubital, y el ramo superficial del nervio radial (fig. 7.86).

Nervio mediano

El nervio mediano inerva todos los músculos del compartimento anterior del antebrazo, excepto el flexor cubital del carpo y la parte medial del flexor profundo de los dedos (dedos anular y meñique). Abandona la fosa del codo pasando entre las dos cabezas del músculo pronador redondo y entre las cabezas humerocubital y radial del músculo flexor superficial de los dedos (fig. 7.86).

El nervio mediano sigue un recorrido lineal recto distalmente por el antebrazo, en la fascia de la superficie profunda del músculo flexor superficial de los dedos. Justo en la zona proximal a la muñeca, rodea el borde lateral del músculo y adquiere una posición más superficial, situándose entre los tendones del músculo palmar largo y del flexor radial del carpo. Sale del antebrazo y entra en la palma de la mano, discurriendo por el túnel del carpo, debajo del retináculo flexor.

Muchos de los ramos para los músculos de los planos superficial e intermedio del antebrazo se originan en la zona medial del nervio, inmediatamente distal a la articulación del codo:

- El mayor de los ramos del nervio mediano en el antebrazo es el **nervio interóseo anterior**, que se origina entre las dos cabezas del músculo pronador redondo, desciende por el antebrazo junto a la arteria interósea anterior, inerva los músculos del plano profundo (flexor largo del pulgar, mitad lateral del flexor profundo de los dedos y pronador cuadrado) y termina dando ramos articulares para las articulaciones de la zona distal del antebrazo y la muñeca.
- Un pequeño **ramo palmar** se origina en el nervio mediano en la zona distal del antebrazo, inmediatamente

proximal al retináculo flexor (fig. 7.86), pasa por un plano superficial en la mano e inerva la piel de la base y la zona central de la palma. *Este ramo palmar no se afecta en el síndrome del túnel del carpo porque entra en la mano superficial al retináculo flexor de la muñeca.*

Nervio cubital

El nervio cubital discurre por el antebrazo y la mano, donde emite la mayoría de sus ramos principales. En el antebrazo, el nervio cubital inerva sólo el músculo flexor cubital del carpo y la parte medial (dedos anular y meñique) del músculo flexor profundo de los dedos (fig. 7.86).

Este nervio entra en el compartimento anterior del antebrazo pasando posterior al epicóndilo medial del húmero, y entre las cabezas humeral y cubital del músculo flexor cubital del carpo. Después de descender por la zona medial del antebrazo en un plano situado entre el flexor cubital del carpo y el flexor profundo de los dedos, se sitúa bajo la zona lateral del tendón del flexor cubital del carpo en la zona proximal de la muñeca.

La arteria cubital se dispone lateral al nervio cubital en los dos tercios distales del antebrazo, y tanto la arteria como el nervio entran en la mano, discurriendo superficiales al retináculo flexor e inmediatamente laterales al hueso pisiforme (fig. 7.86).

En el antebrazo, el nervio cubital proporciona:

- **Ramos musculares** para el flexor cubital del carpo y para la mitad medial del flexor profundo de los dedos. Estos ramos surgen poco después de que el nervio cubital entre en el antebrazo.
- Dos pequeños ramos cutáneos: el **ramo palmar**, que se origina en la zona media del antebrazo y alcanza la mano para inervar la piel de la zona medial de la palma, y el **ramo dorsal**, de mayor tamaño, que tiene su origen en el nervio cubital en la zona distal del antebrazo, pasa en sentido posterior, profundo al tendón del flexor cubital del carpo e inerva la piel de la zona dorsomedial de la mano y la mayor parte de la piel de la superficies posteriores del quinto dedo y la mitad del cuarto.

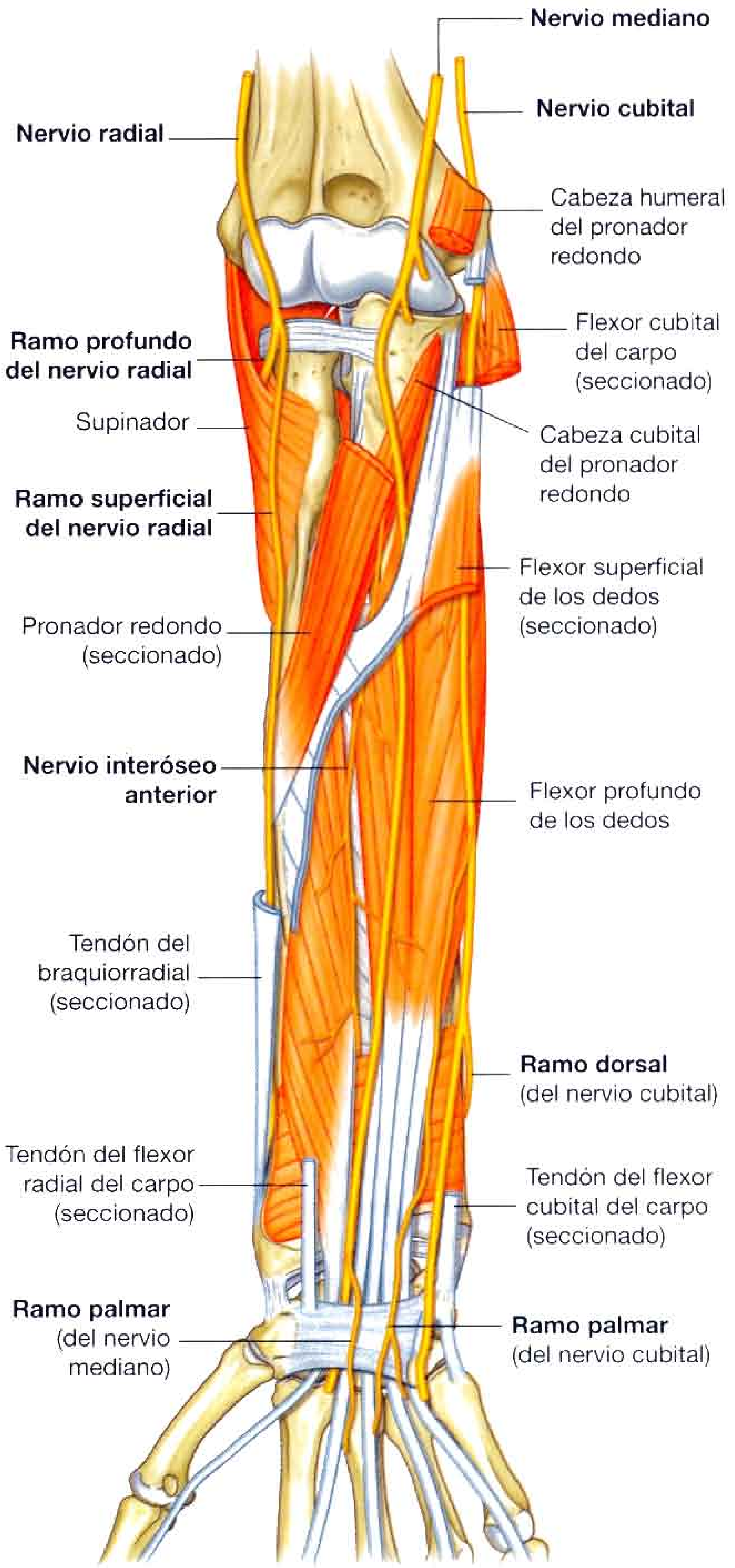


Fig. 7.86 Nervios del compartimento anterior del antebrazo.

Nervio radial

El nervio radial se bifurca bajo el borde del músculo braquiorradial, en el límite lateral de la fosa del codo en sus ramos profundo y superficial (fig. 7.86).

- El **ramo profundo** es fundamentalmente motor y pasa entre las dos cabezas del músculo supinador para alcanzar los músculos del compartimento posterior del antebrazo, a los que inerva.
- El **ramo superficial** del nervio radial es sensitivo. Desciende por la cara anterolateral del antebrazo, profundo al músculo braquiorradial, y junto con la arteria radial. Aproximadamente cuando ha descendido dos tercios del antebrazo, el ramo superficial del nervio radial se dirige en sentido lateral y dorsal por el lado radial del antebrazo, profundo al tendón del braquiorradial. El nervio continúa por la mano, donde inerva la piel de la superficie dorsolateral.

COMPARTIMENTO POSTERIOR DEL ANTEBRAZO

Músculos

Los músculos del compartimento posterior del antebrazo se disponen en dos planos: un plano superficial y un plano profundo. Estos músculos se relacionan con:

- Los movimientos de la articulación de la muñeca.
- La extensión de los dedos y del pulgar.
- La supinación.

Todos los músculos del compartimento posterior del antebrazo están inervados por el nervio radial.

Plano superficial

En el plano superficial se encuentran siete músculos: braquiorradial, extensor radial largo del carpo, extensor radial corto del carpo, extensor de los dedos, extensor del dedo meñique, extensor cubital del carpo y ancóneo (fig. 7.87). Todos presentan un origen común en la cresta supracondílea y el epicóndilo lateral del húmero. A excepción del braquiorradial y del ancóneo, todos alcanzan la mano en forma de tendones.

Braquiorradial

El músculo **braquiorradial** se origina en la zona proximal de la cresta supracondílea del húmero y discurre por el antebrazo para insertarse en la zona lateral del extremo distal del radio, inmediatamente proximal a la apófisis estiloides del radio (fig. 7.87).

En posición anatómica, el músculo braquiorradial forma parte de la masa de músculos que cubre la superficie anterolateral del antebrazo, y forma el límite lateral de la fosa del codo.

El músculo braquiorradial se sitúa anterior a la articulación del codo, por lo que actúa como un flexor accesorio de esta articulación aunque se encuentre en el compartimento posterior del antebrazo. Su función es más eficaz cuando el antebrazo está en pronación media; en esa posición el músculo forma un abultamiento prominente cuando se contrae contra resistencia.

El nervio radial sale del compartimento posterior del brazo, justo en profundidad al braquiorradial en la zona distal del brazo, e inerva este músculo. En la zona lateral de la fosa del codo, el braquiorradial cubre el nervio y su bifurcación en los ramos profundo y superficial. En las zonas más distales, el braquiorradial se sitúa sobre el ramo superficial del nervio radial y la arteria radial (tabla. 7.13).

Tabla 7.13 Músculos del plano superficial del compartimento posterior del antebrazo (los niveles de la médula espinal en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Braquiorradial	Parte proximal de la cresta supracondílea lateral del húmero y tabique intermuscular adyacente	Superficie lateral del extremo distal del radio	Nervio radial (C5, **C6**) antes de dividirse en los ramos superficial y profundo	Flexor accesorio de la articulación del codo cuando el antebrazo está en pronación media
Extensor radial largo del carpo	Parte distal de la cresta supracondílea lateral del húmero y tabique intermuscular adyacente	Superficie dorsal de la base del II metacarpiano	Nervio radial (**C6**, C7) antes de dividirse en los ramos superficial y profundo	Extiende y abduce la muñeca
Extensor radial corto del carpo	Epicóndilo lateral del húmero y tabique intermuscular adyacente	Superficie dorsal de la base del II y III metacarpianos	Ramo profundo del nervio radial (**C7**, C8) antes de perforar el músculo supinador	Extiende y abduce la muñeca
Extensor de los dedos	Epicóndilo lateral del húmero y tabique intermuscular y fascia profunda adyacentes	Cuatro tendones, que se insertan a través del «capuchón extensor» en la cara dorsal de las bases de las falanges media y distal de los dedos índice, medio, anular y meñique	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Extiende los dedos índice, medio, anular y meñique; también puede extender la muñeca
Extensor del dedo meñique	Epicóndilo lateral del húmero y tabique intermuscular adyacente junto con el extensor de los dedos	Capuchón extensor del dedo meñique	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Extiende el dedo meñique
Extensor cubital del carpo	Epicóndilo lateral del húmero y borde posterior del cúbito	Tubérculo en la base de la cara medial del V metacarpiano	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Extiende y aduce la muñeca
Ancóneo	Epicóndilo lateral del húmero	Olécranon y superficie posterior proximal del cúbito	Nervio radial (C6 a C8) (a través del ramo para la cabeza medial del tríceps braquial)	Abducción del cúbito en pronación; extensor accesorio de la articulación del codo

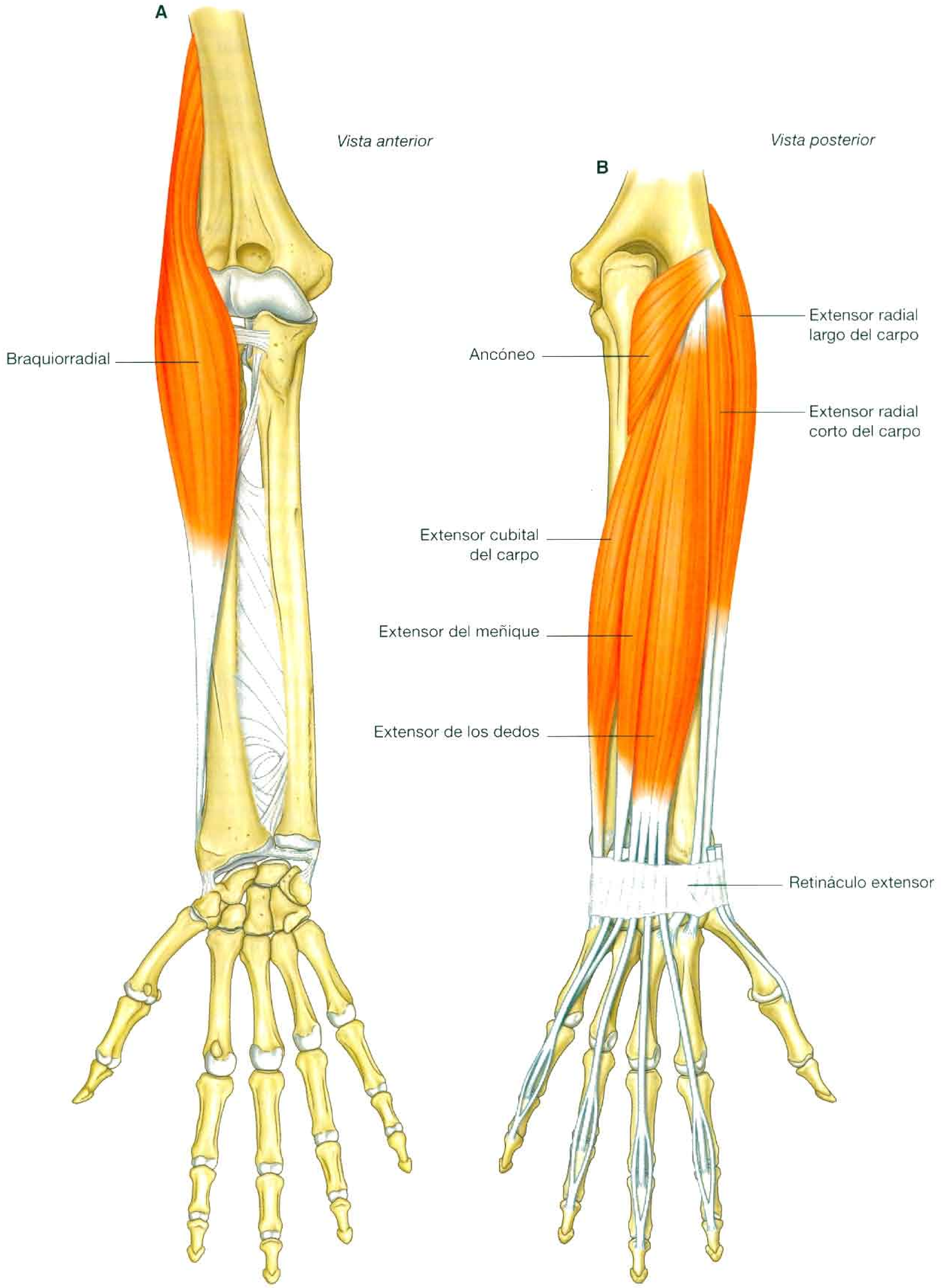


Fig. 7.87 Músculos del plano superficial del compartimento posterior del antebrazo. **A.** Músculos superficiales. **B.** Músculo braquiorradial.

Extensor radial largo del carpo

El músculo **extensor radial largo del carpo** se origina en la zona distal de la cresta supracondílea y en el epicóndilo lateral del húmero; su tendón se inserta en la superficie dorsal de la base del II metacarpiano (fig. 7.87). En las zonas proximales, se sitúa más profundo que el músculo braquiorradial.

El extensor radial largo del carpo extiende y abduce la muñeca, y es inervado por el nervio radial, antes de que éste se divida en los ramos superficial y profundo (tabla 7.13).

Extensor radial corto del carpo

El **extensor radial corto del carpo** se origina en el epicóndilo lateral del húmero; su tendón se inserta en las superficies dorsales de las bases de los II y III metacarpianos (fig. 7.87). En gran parte de su recorrido, se ubica profundo al extensor radial largo del carpo.

El músculo extensor radial corto del carpo extiende y abduce la muñeca. Está inervado por el ramo profundo del nervio radial antes de que el nervio pase entre las dos cabezas del músculo supinador (tabla 7.13).

Extensor de los dedos

El músculo **extensor de los dedos** es el principal extensor de los cuatro dedos mediales (índice, medio, anular y meñique). Se origina en el epicóndilo lateral del húmero y forma cuatro tendones, cada uno de los cuales se dirige a un dedo (fig. 7.87).

En la superficie dorsal de la mano, los tendones adyacentes del extensor de los dedos se encuentran interconectados. En los dedos, cada tendón se inserta, mediante una aponeurosis de tejido conjuntivo de forma triangular **(capuchón extensor)**, en la base de las superficies dorsales de las falanges media y distal.

El músculo extensor de los dedos está inervado por el nervio interóseo posterior, que es la continuación del ramo profundo del nervio radial, después de su salida del músculo supinador (tabla 7.13).

Extensor del dedo meñique

El músculo **extensor del dedo meñique** es un extensor accesorio de dicho dedo; se sitúa medial al extensor de los dedos en el antebrazo (fig. 7.87). Tiene su origen en el epicóndilo lateral del húmero y se inserta, junto con el tendón del extensor de los dedos, en la zona dorsal del dedo meñique.

El extensor del dedo meñique está inervado por el nervio interóseo posterior (tabla 7.13).

Extensor cubital del carpo

El músculo **extensor cubital del carpo** se sitúa medial al extensor del dedo meñique (fig. 7.87). Tiene su origen en el epicóndilo lateral, y su tendón se inserta en la cara medial de la base de V metacarpiano.

El extensor cubital del carpo extiende y aduce la muñeca, y está inervado por el nervio interóseo posterior (tabla 7.13).

Ancóneo

El **músculo ancóneo** es el más medial de los extensores del plano superficial. Tiene forma triangular. Se origina en el epicóndilo lateral del húmero y posee una zona extensa de inserción en la superficie posterolateral del olécranon y en la región adyacente de la zona posterior del cúbito (v. fig. 7.81).

Este músculo abduce el cúbito durante la pronación para mantener el centro de la palma en el mismo punto cuando se gira la mano. También se considera un extensor accesorio de la articulación del codo.

El músculo ancóneo está inervado por el mismo ramo del nervio radial que inerva la cabeza medial del músculo tríceps braquial (tabla 7.13).

Plano profundo

El plano profundo del compartimento posterior del antebrazo está formado por cinco músculos: supinador, separador largo del pulgar, extensor corto del pulgar, extensor largo del pulgar y extensor del índice (fig. 7.88).

Con excepción del músculo supinador, todos estos músculos del plano profundo se originan en las superficies posteriores del radio, el cúbito y la membrana interósea, y se dirigen al pulgar y a los dedos:

- Tres de estos músculos (separador largo, extensor corto y extensor largo del pulgar) salen entre los tendones del extensor de los dedos y del extensor radial corto del carpo, del plano superficial, para dirigirse al pulgar.
- Dos de los tres músculos que salen del plano más profundo (separador largo del pulgar y extensor corto del pulgar) forman una masa muscular bien definida en la superficie posterolateral del antebrazo.

Todos los músculos del plano profundo están inervados por el nervio interóseo posterior, que es continuación del ramo profundo del nervio radial.

Supinador

El músculo **supinador** tiene dos orígenes, que se insertan juntos en la cara proximal del radio (fig. 7.88):

- La cabeza superficial (humeral) se origina principalmente en el epicóndilo lateral del húmero y en la zona asociada del ligamento anular y del ligamento colateral radial de la articulación del codo.
- La cabeza profunda (cubital) tiene su origen sobre todo en la cresta del músculo supinador en la superficie posterolateral del cúbito.

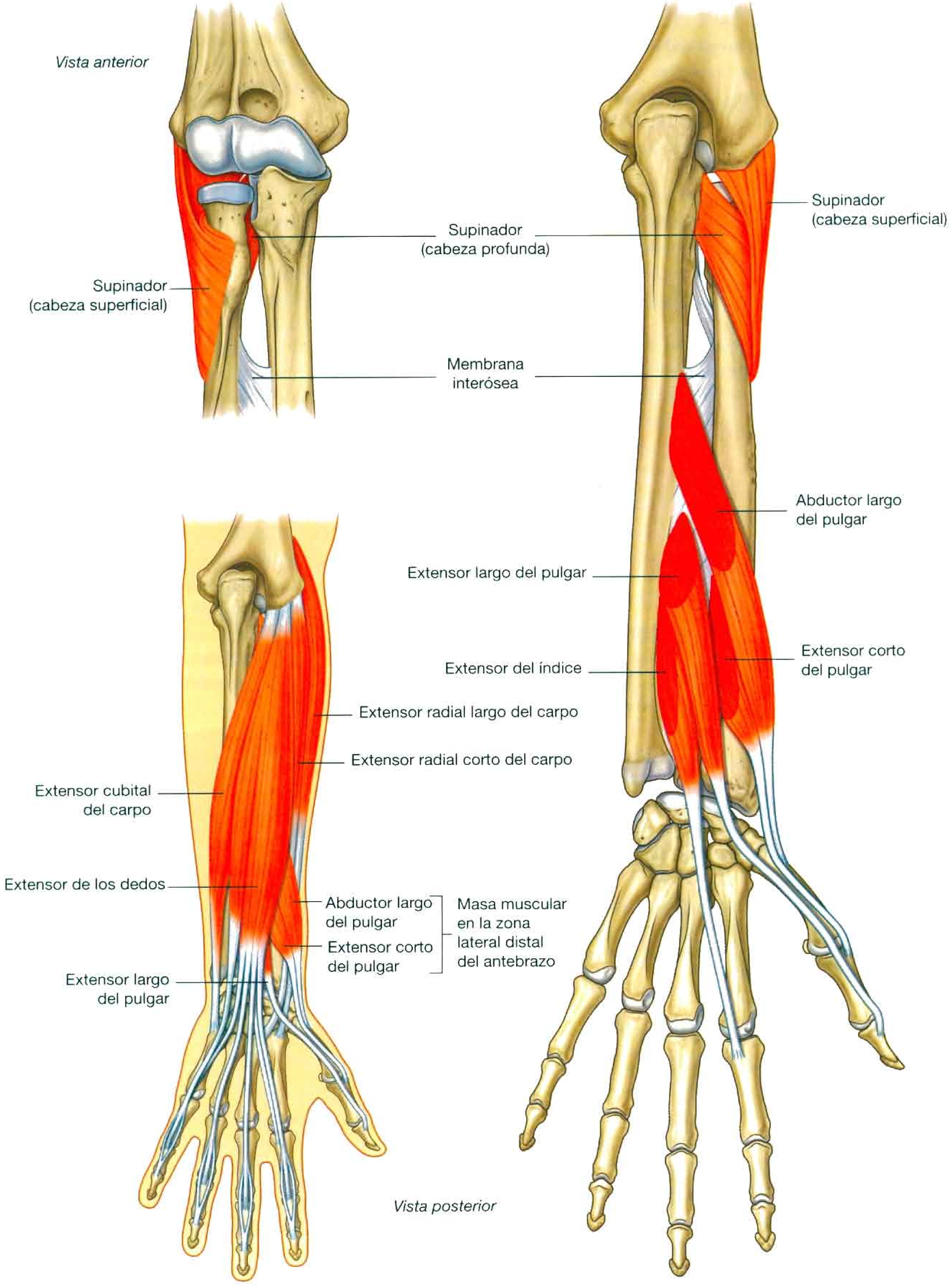


Fig. 7.88 Músculos del plano profundo del compartimento posterior del antebrazo.

Desde su origen, ambas cabezas envuelven la zona posterior y lateral de la cabeza, el cuello y la zona proximal del cuerpo del radio para insertarse en la superficie lateral de este hueso, superior a la línea oblicua anterior y a la inserción del músculo pronador redondo.

El músculo supinador supina el antebrazo y la mano.

El ramo profundo del nervio radial inerva el músculo supinador y se dirige al compartimento posterior del antebrazo, pasando entre las dos cabezas del músculo (tabla 7.14).

Abductor largo del pulgar

El músculo **abductor largo del pulgar** se origina en la superficie posterior de la zona proximal del radio y del cúbito y en la zona adyacente de la membrana interósea (fig. 7.88). En la zona distal del antebrazo sale entre los músculos extensor de los dedos y extensor radial corto del carpo para formar un tendón que se dirige al pulgar y se inserta en la cara lateral de la base del I metacarpiano. El tendón forma parte del borde lateral de la tabaquera anatómica en la muñeca.

La función principal del abductor largo del pulgar es abducir el pulgar en la articulación entre el I metacarpiano y el hueso trapecio (tabla 7.14).

Extensor corto del pulgar

El músculo **extensor corto del pulgar** se origina distal al origen del abductor largo del pulgar, en la superficie posterior del radio y de la membrana interósea (fig. 7.88). Junto con el abductor largo del pulgar, sale entre los músculos extensor de los dedos y extensor radial corto del carpo para formar una prominencia en la superficie posterolateral de la zona distal del antebrazo. El tendón del extensor corto del pulgar se dirige al pulgar y se inserta en la superficie dorsal de la base de la falange proximal. En la muñeca, el tendón forma parte del borde lateral de la tabaquera anatómica.

El extensor corto del pulgar extiende las articulaciones metacarpofalángica y carpometacarpiana del pulgar (tabla 7.14).

Extensor largo del pulgar

El músculo **extensor largo del pulgar** se origina en la superficie posterior del cúbito y en la zona adyacente de la membrana interósea y se inserta, a través de un tendón largo, en la superficie dorsal de la falange distal del pulgar (fig. 7.88). Al igual que el abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar, el tendón de este músculo aparece entre los músculos extensor de los dedos y extensor radial corto del carpo. Sin embargo, este músculo se mantiene separado de los otros dos músculos del pulgar al pasar medialmente alrededor del tubérculo dorsal en el extremo distal del radio. El tendón forma el borde medial de la tabaquera anatómica en la muñeca.

El extensor largo del pulgar extiende todas las articulaciones del pulgar (tabla 7.14).

Tabla 7.14 Músculos del plano profundo del compartimento posterior del antebrazo (los niveles de la médula espinal en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Función
Supinador	Parte superficial: epicóndilo lateral del húmero, ligamentos colaterales radial y anular del radio; parte profunda: cresta del músculo supinador del cúbito	Superficie lateral del radio, superior a la línea oblicua anterior	Nervio interóseo posterior (**C6**, C7)	Supinación
Abductor largo del pulgar	Superficies posteriores del cúbito y del radio (distal a las inserciones del supinador y del ancóneo) y membrana interósea adyacente	Cara lateral de la base del I metacarpiano	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Abduce la articulación carpometacarpiana del pulgar; extensor accesorio del pulgar
Extensor corto del pulgar	Superficie posterior del radio (distal al abductor largo del pulgar) y membrana interósea adyacente	Superficie dorsal de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Extiende la articulación metacarpofalángica del pulgar y puede extender la carpometacarpiana del pulgar
Extensor largo del pulgar	Superficie posterior del cúbito (distal al abductor largo del pulgar) y membrana interósea adyacente	Superficie dorsal de la base de la falange distal del pulgar	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Extiende la articulación interfalángica del pulgar; puede extender las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica del pulgar
Extensor del índice	Superficie posterior del cúbito (distal al extensor largo del pulgar) y membrana interósea adyacente	Capuchón extensor del dedo índice	Nervio interóseo posterior (**C7**, C8)	Extiende el dedo índice

Extensor del índice

El músculo **extensor del índice** es un extensor accesorio del dedo índice. Se origina en la superficie posterior del cúbito y la membrana interósea adyacente, distal al origen del extensor largo del pulgar (fig. 7.88). El tendón se dirige a la mano y se inserta en el capuchón extensor del dedo índice junto al tendón del extensor de los dedos (tabla 7.14).

Arterias y venas

La irrigación del compartimento posterior del antebrazo proviene fundamentalmente de las ramas de las arterias radial, interósea posterior e interósea anterior (fig. 7.89).

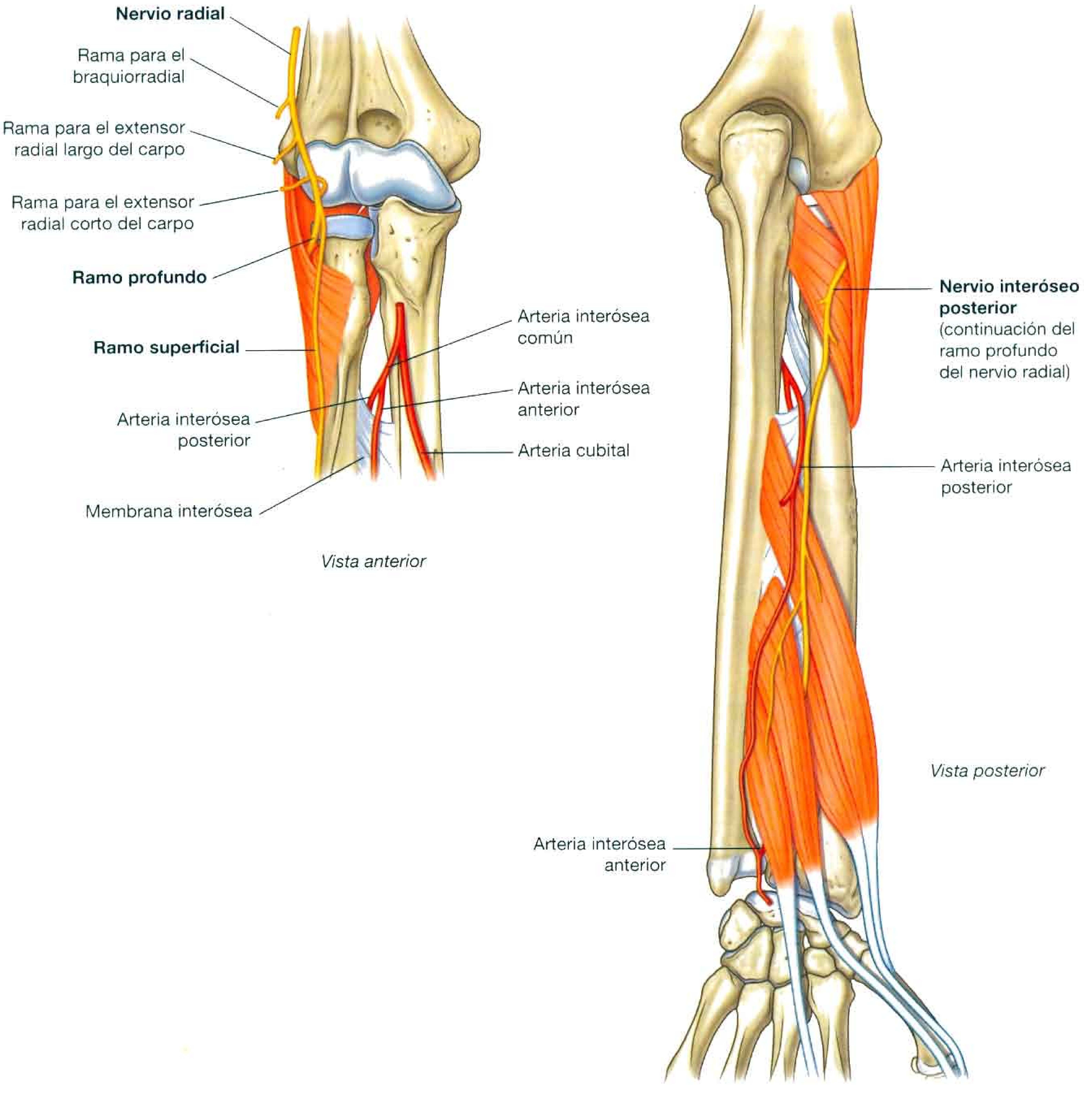


Fig. 7.89 Nervio radial en el compartimento posterior del antebrazo.

Arteria interósea posterior

La arteria interósea posterior se origina en el compartimento anterior a partir de una rama interósea común de la arteria cubital. Se dirige sobre el borde proximal de la membrana interósea hacia el compartimento posterior del antebrazo. Una de sus ramas, la **arteria interósea recurrente**, contribuye a la formación de un plexo vascular alrededor de la articulación del codo (red articular del codo) y después pasa entre los músculos supinador y abductor largo del pulgar para irrigar los extensores superficiales. Después de recibir el extremo terminal de la arteria interósea anterior, la arteria interósea posterior se une al arco dorsal del carpo de la muñeca.

Arteria interósea anterior

La arteria interósea anterior también es una rama de la rama interósea común de la arteria cubital; se sitúa en el compartimento anterior del antebrazo sobre la membrana interósea. Tiene numerosas ramas perforantes que atraviesan directamente la membrana interósea para irrigar los músculos profundos del compartimento posterior.

Arteria radial

La arteria radial origina ramas musculares, que colaboran en la irrigación de los músculos extensores en la zona radial del antebrazo.

Venas

Las venas profundas del compartimento posterior suelen acompañar a las arterias. Van a drenar a las venas braquiales asociadas a la arteria braquial en la fosa del codo.

Nervios

Nervio radial

El nervio del compartimento posterior del antebrazo es el nervio radial (fig. 7.89). La mayoría de los músculos están inervados por el ramo profundo, que se origina en el nervio radial en la pared lateral de la fosa del codo, en profundidad al músculo braquiorradial. El ramo profundo del nervio radial, después de aparecer entre las dos cabezas del músculo supinador en el compartimento posterior del antebrazo, continúa como **nervio interóseo posterior.**

En la pared lateral de la fosa del codo, y antes de dividirse en los **ramos superficial** y **profundo**, el nervio radial inerva los músculos braquiorradial y extensor radial largo del carpo.

El ramo profundo inerva el extensor radial corto del carpo, y después pasa entre las dos cabezas del músculo supinador y sigue el plano de separación entre ellas en sentido dorsal y lateral, alrededor de la zona proximal del cuerpo del radio, hacia la zona posterior del antebrazo. Inerva el músculo supinador, y después sale del músculo como nervio interóseo posterior, situado entre los planos musculares superficial y profundo.

El nervio interóseo posterior inerva el resto de los músculos del compartimento posterior y termina como un ramo articular, que pasa profundo al extensor largo del pulgar para llegar a la muñeca.

MANO

La mano (fig. 7.90) es la región de la extremidad superior distal a la articulación de la muñeca. Se subdivide en tres partes:

- Muñeca.
- Metacarpo.
- Dedos (cinco dedos, entre los que se incluye el pulgar).

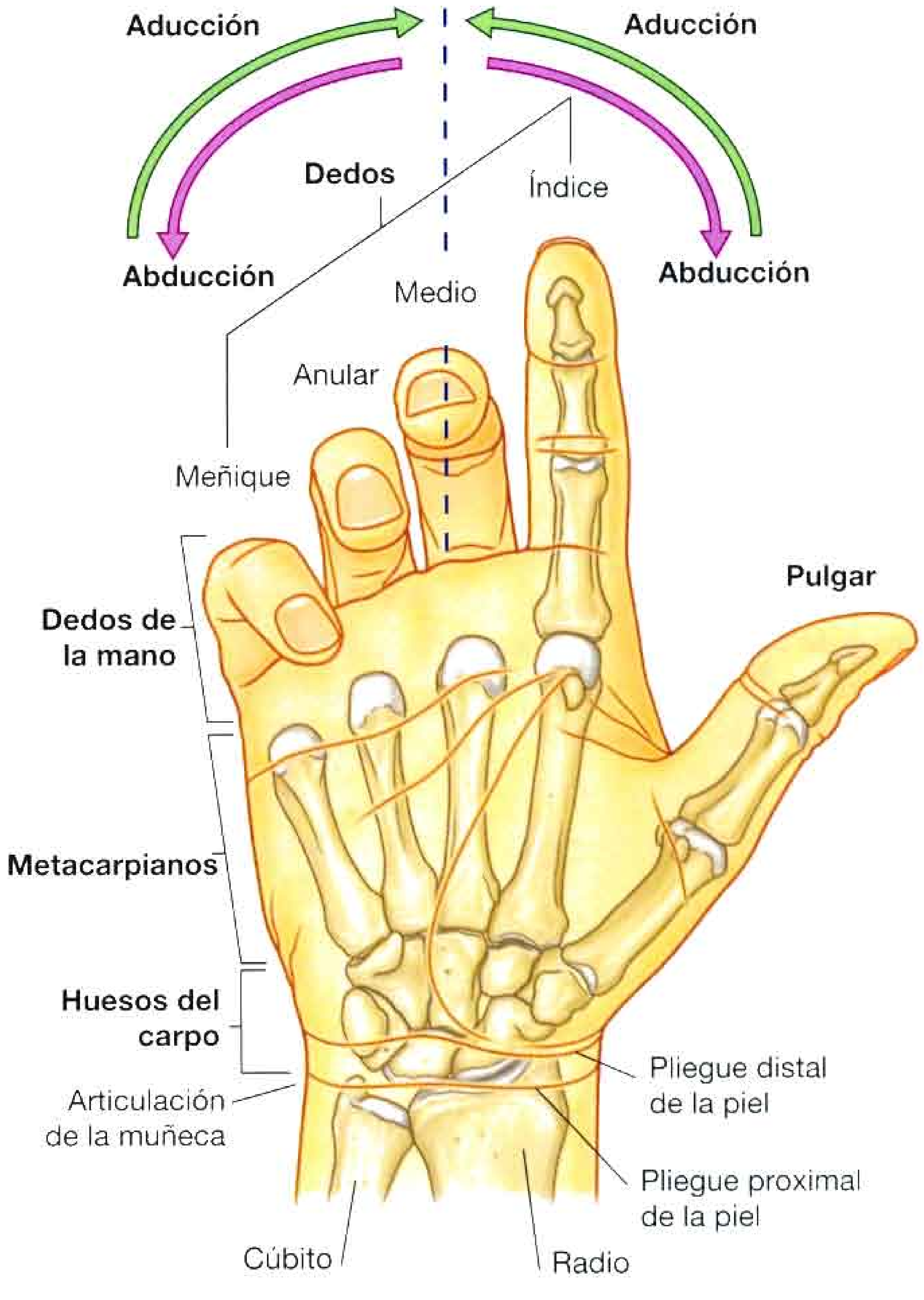


Fig. 7.90 Mano. Los dedos se muestran en la posición normal de reposo, formando una arcada debido a su flexión. En la posición anatómica, los dedos se encuentran extendidos y aducidos.

Los cinco dedos son el pulgar, en posición lateral, y los cuatro dedos mediales a éste: índice, medio, anular y meñique.

En la posición de reposo, los dedos forman una arcada, debido a su flexión. El meñique está más flexionado y el índice es el que menos flexionado se encuentra. En la posición anatómica, los dedos están extendidos.

La mano tiene una superficie anterior **(palma)** y una superficie dorsal **(dorso de la mano).**

La abducción y la aducción de los dedos se define respecto de un eje longitudinal que pasa por el dedo medio (fig. 7.90). En la posición anatómica, el eje longitudinal del pulgar se encuentra rotado 90° con respecto del resto de los dedos, de modo que la yema del pulgar apunta en sentido medial; por tanto, los movimientos del pulgar se definen en perpendicular respecto de los movimientos de los otros dedos de la mano.

La mano es una herramienta mecánica y sensitiva. Muchas de las características de la extremidad superior tienen como función facilitar que la mano se disponga en diferentes posiciones en el espacio.

Huesos

En la mano hay tres grupos de huesos:

- Los ocho **huesos del carpo,** que constituyen los huesos de la muñeca.
- Los cinco **metacarpianos (I a V),** que son los huesos del metacarpo.
- Las **falanges,** que son los huesos de los dedos. El pulgar tiene sólo dos falanges, mientras que el resto de los dedos tiene tres (fig. 7.91).

Los huesos del carpo y los metacarpianos de los dedos índice, medio, anular y meñique (II a V metacarpianos) tienden a actuar como una unidad y constituyen la mayor parte del esqueleto óseo de la palma. El metacarpiano del pulgar funciona de forma independiente y tiene más flexibilidad en la articulación carpometacarpiana para conseguir la oposición del pulgar a los otros dedos.

Huesos del carpo

Los pequeños huesos del carpo de la muñeca se disponen en dos filas, una proximal y una distal, cada una formada por cuatro huesos (fig. 7.91).

Fila proximal

De lateral a medial, y vista desde la parte anterior, la fila proximal de huesos está formada por:

- El **escafoides,** con forma de barco.
- El **semilunar,** que tiene forma de media luna.
- El **piramidal,** que tiene tres caras.
- El **pisiforme,** con forma de guisante (fig. 7.91).

El **pisiforme** es un hueso sesamoideo incluido en el tendón del flexor cubital del carpo y se articula con la superficie anterior del **piramidal.**

El **escafoides** tiene un **tubérculo** prominente en la zona lateral de su cara palmar que se dirige anteriormente.

Fila distal

De lateral a medial y vista desde la parte anterior, la fila distal de los huesos del carpo está formada por:

- El **trapecio,** de forma irregular, con cuatro lados.
- El **trapezoide,** de cuatro lados.
- El **grande,** que tiene una cabeza.
- El **ganchoso,** que posee un gancho (apófisis unciforme) (fig. 7.91).

El **trapecio** se articula con el metacarpiano del pulgar y tiene, en su superficie palmar, un **tubérculo** bien diferenciado, que se proyecta anteriormente.

El mayor de los huesos del carpo, el **hueso grande (o capitado),** se articula con la base del III metacarpiano.

El **ganchoso,** que se sitúa inmediatamente lateral y distal al pisiforme, tiene un gancho prominente **(gancho del ganchoso)** en la superficie palmar, que se proyecta anteriormente.

Superficies articulares

Los huesos del carpo tienen numerosas superficies articulares (fig. 7.91). Todas ellas se articulan entre sí, y los huesos del carpo de la fila distal lo hacen con los metacarpianos de los dedos. Excepto la articulación del metacarpiano del pulgar, las articulaciones de los metacarpianos con los huesos del carpo son muy poco móviles.

Las extensas superficies proximales del escafoides y del semilunar se articulan con el radio y forman la mayor parte de la articulación de la muñeca.

Arco del carpo

Los huesos del carpo no se disponen en un plano coronal aplanado, sino que forman un arco, cuya base se dirige en sentido anterior (fig. 7.91). La parte lateral de la base está formada por los tubérculos de los huesos escafoides y trapecio. La parte medial está formada por el pisiforme y el gancho del ganchoso.

El retináculo flexor se extiende desde el lado medial al lateral de la base del arco, para formar la pared anterior del llamado túnel del carpo. Los lados y el techo del túnel del carpo están formados por el arco de los huesos del carpo.

Metacarpianos

Cada uno de los metacarpianos se relaciona con un dedo:

- El I metacarpiano se relaciona con el pulgar.
- Los metacarpianos II a V lo hacen con el índice, el dedo medio, el anular y el meñique, respectivamente (fig. 7.91).

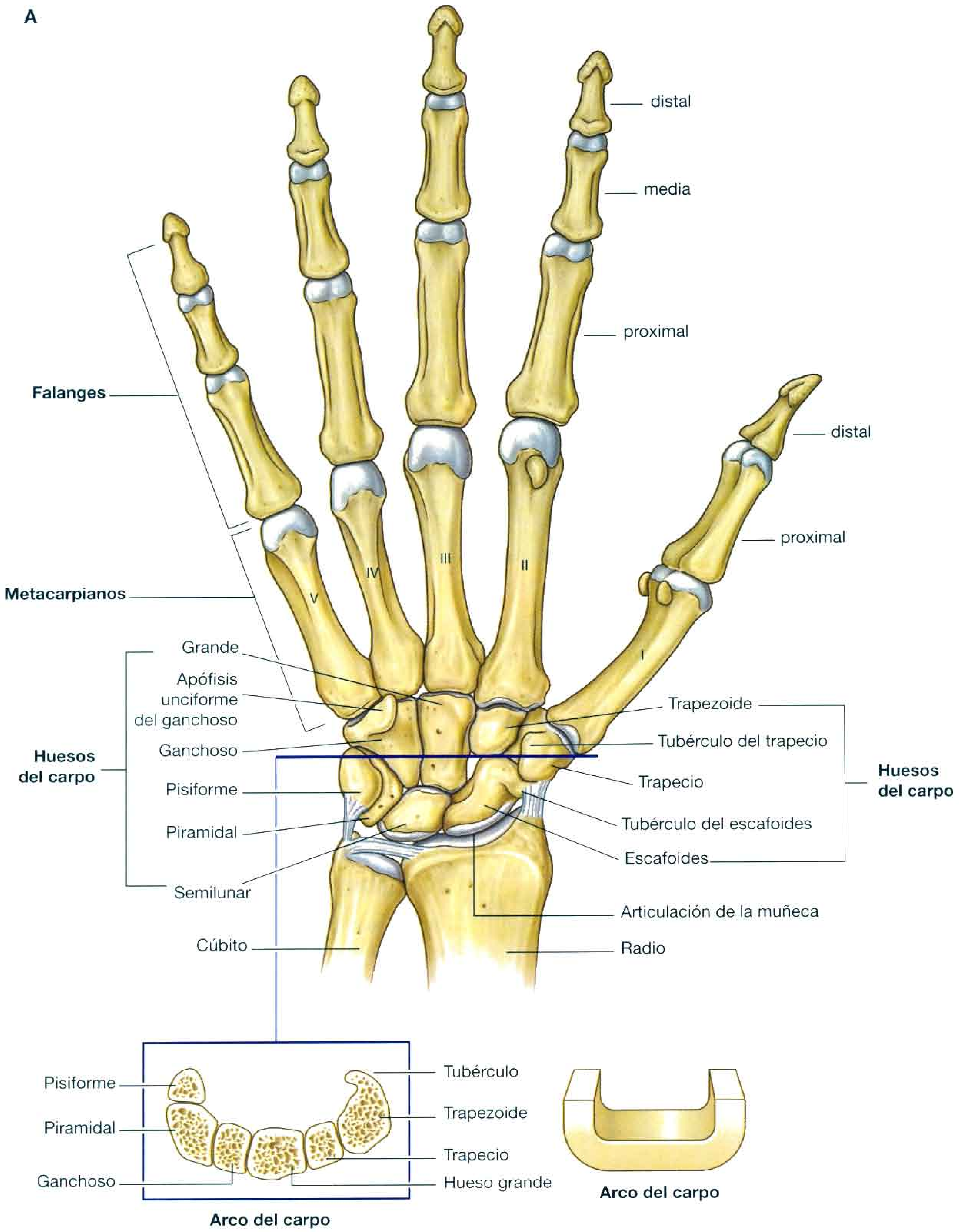


Fig. 7.91 Mano. **A.** Huesos.

Continúa

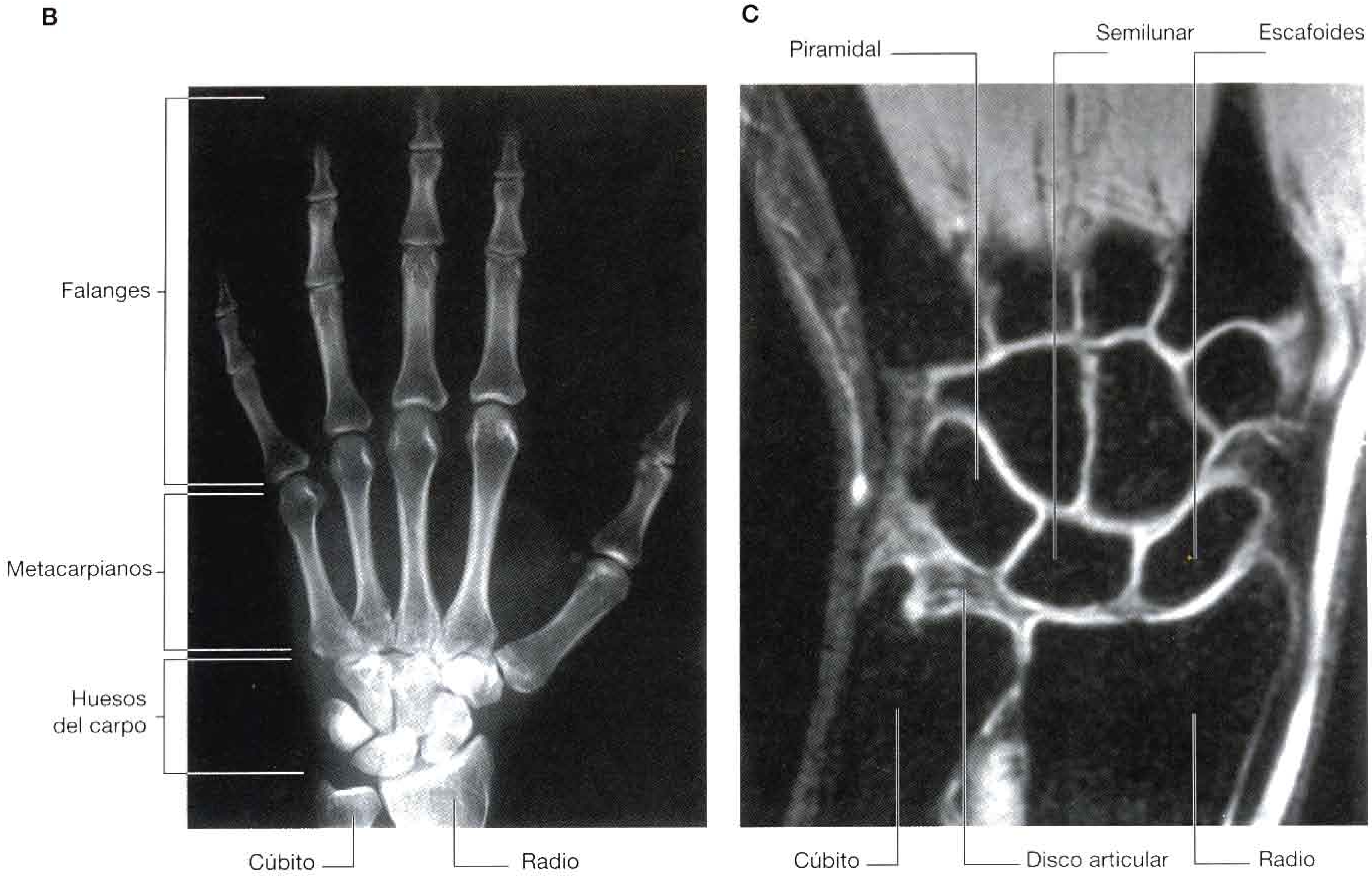


Fig. 7.91 *(cont.)* Mano y articulación de la muñeca. **B.** Radiografía de una mano y una articulación de la muñeca normales (proyección anteroposterior). **C.** Resonancia magnética de una muñeca normal en el plano coronal.

Cada metacarpiano está formado por una **base**, un **cuerpo** y una **cabeza**, situada distalmente.

Las bases de todos los metacarpianos se articulan con los huesos del carpo; además, las bases de los huesos metacarpianos de los dedos se articulan entre sí.

Las cabezas de todos los metacarpianos se articulan con las falanges proximales de los dedos. Cuando éstos se flexionan, las cabezas de los metacarpianos forman los nudillos en la superficie dorsal de la mano.

Falanges

Las falanges son los huesos de los dedos (fig. 7.91):

- El pulgar tiene dos falanges: **proximal** y **distal**.
- El resto de los dedos, tiene tres: las falanges **proximal**, **media** y **distal**.

Cada una de las falanges tiene una **base**, un **cuerpo** y una **cabeza**, situada distalmente.

La base de la falange proximal se articula con la cabeza del hueso metacarpiano correspondiente.

La cabeza de la falange distal no se articula, y se aplana formando una tuberosidad distal con forma de media luna, que se ubica bajo la almohadilla palmar del extremo del dedo.

Articulaciones

Articulación de la muñeca

La articulación de la muñeca es una articulación sinovial que se establece entre el extremo distal del radio y el disco articular situado en el extremo distal del cúbito, y los huesos escafoides, semilunar y piramidal (fig. 7.91). Las superficies articulares de los huesos del carpo en conjunto tienen forma ovalada, con un contorno convexo, que se articula con la superficie cóncava del radio y del disco articular.

La articulación de la muñeca permite que se realicen movimientos en dos ejes. La mano se puede abducir, aducir, flexionar y extender en esta articulación.

Como la apófisis estiloides del radio se proyecta más distalmente que la apófisis estiloides del cúbito, la mano se puede aducir más grados de lo que se puede abducir.

La cápsula de la articulación de la muñeca está reforzada por los ligamentos **radiocarpiano palmar**, **cubitocarpiano palmar** y **radiocarpiano dorsal**. También cuenta con los **ligamentos colaterales radial** y **cubital de la articu-**

lación de la muñeca, que cubren la distancia entre las apófisis estiloides del radio y del cúbito y los huesos del carpo adyacentes. Estos ligamentos refuerzan los lados medial y lateral de la articulación de la muñeca y los sostienen durante los movimientos de flexión y extensión.

Articulaciones del carpo

Las articulaciones sinoviales que se establecen entre los huesos del carpo comparten una cavidad articular común. La cápsula de las articulaciones se encuentra reforzada por numerosos ligamentos.

Aunque el movimiento de las **articulaciones del carpo (intercarpianas)** es limitado, éstas contribuyen a desplazar la mano durante la abducción, aducción, flexión y, en especial, durante la extensión.

Articulaciones carpometacarpianas

Hay cinco articulaciones carpometacarpianas que se forman entre los huesos metacarpianos y la fila distal de huesos del carpo (fig. 7.91).

Entre el I metacarpiano y el trapecio se forma una articulación en silla de montar, que permite una gran amplitud de movimientos al pulgar, a diferencia del resto de los dedos. Los movimientos que se pueden realizar en la primera articulación carpometacarpiana son: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y circunducción.

Las articulaciones carpometacarpianas que se establecen entre el II a V metacarpiano y los huesos del carpo son mucho menos móviles, y sólo permiten movimientos limitados de deslizamiento. El movimiento de las articulaciones más mediales es mayor que el de las laterales, de modo que el V metacarpiano se desliza más que los demás. Esto se puede observar en la superficie dorsal de la mano cuando se cierra el puño.

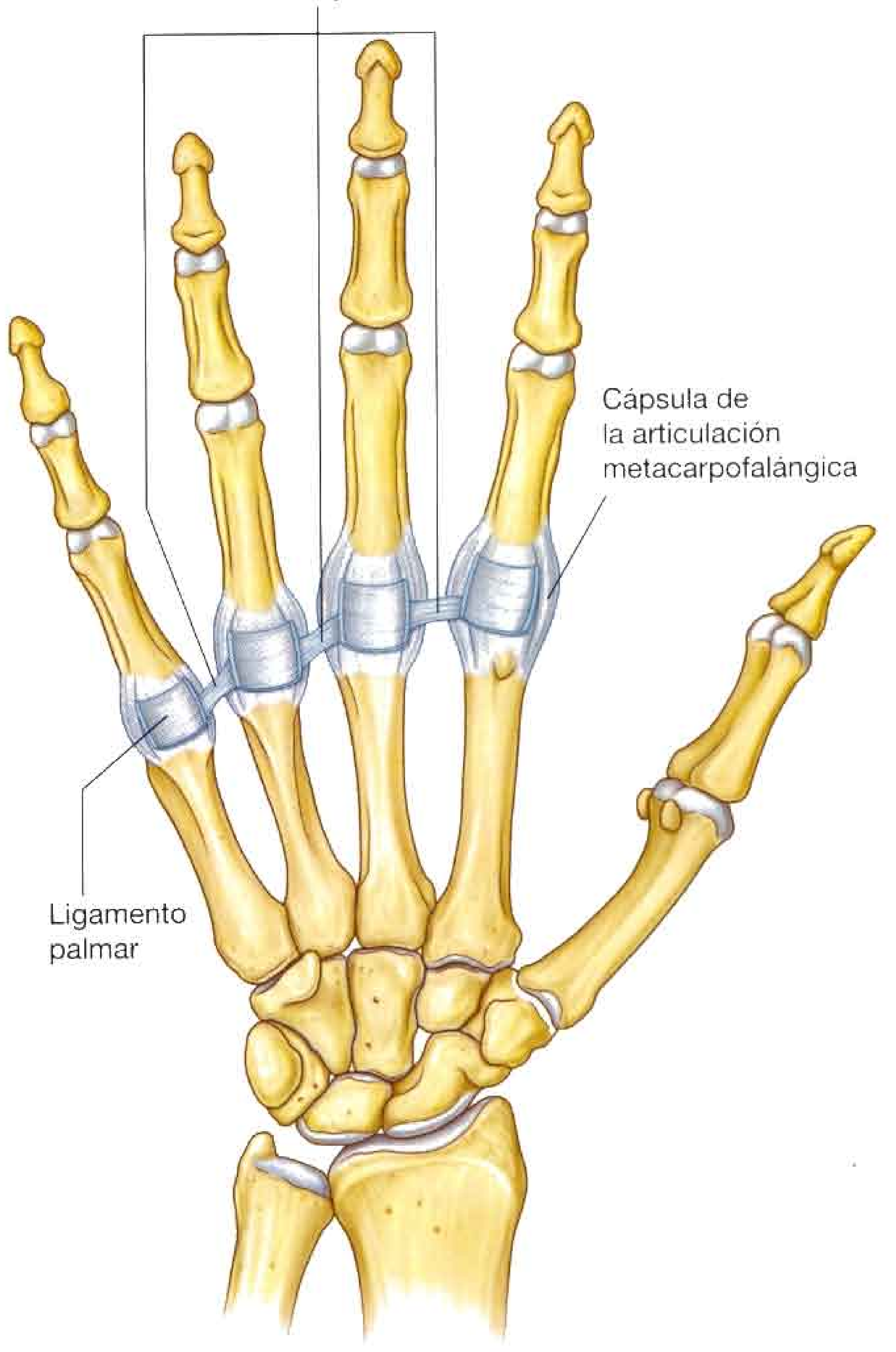


Fig. 7.92 Ligamentos metacarpianos transversos profundos.

Articulaciones metacarpofalángicas

Las articulaciones entre las cabezas distales de los metacarpianos y las falanges proximales de los dedos son articulaciones condíleas, que permiten flexión, extensión, abducción, aducción, circunducción y una rotación limitada (fig. 7.91). La cápsula de estas articulaciones se encuentra reforzada por el **ligamento palmar** y por los **ligamentos colaterales** medial y lateral.

Ligamentos metacarpianos transversos profundos

Los tres **ligamentos metacarpianos transversos** profundos (fig. 7.92) son gruesas bandas de tejido conjuntivo que conectan los ligamentos palmares de las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos entre sí. Su papel es destacado porque, al mantener juntas las cabezas de los metacarpianos, limitan los movimientos de estos huesos entre sí. Gracias a ello, colaboran en la formación de un esqueleto óseo único en la palma de la mano.

Se debe observar que no existe un ligamento metacarpiano transverso profundo entre el ligamento palmar de la articulación metacarpofalángica del pulgar y el ligamento palmar del dedo índice. La ausencia de este ligamento y la presencia de una articulación en silla de montar entre el I metacarpiano y el trapecio son los responsables de la mayor movilidad del pulgar respecto del resto de los dedos de la mano.

Articulaciones interfalángicas de la mano

Las **articulaciones interfalángicas de la mano** son de tipo bisagra y permiten principalmente los movimientos de flexión y de extensión. Se encuentran reforzadas por los **ligamentos colaterales medial** y **lateral**, así como por los **ligamentos palmares**.

Conceptos prácticos

Fractura del escafoides y necrosis avascular de la cabeza del escafoides

La lesión más frecuente del carpo es la fractura del cuello del hueso escafoides (fig. 7.93). Es muy raro observar otras fracturas. En aproximadamente el 10% de las personas, el hueso escafoides tiene una sola vía de irrigación procedente de la arteria radial, que entra por la zona distal del hueso e irriga la porción proximal. Si se produce una fractura por el cuello del escafoides, la zona proximal sufre necrosis avascular. Es imposible predecir qué pacientes tienen este tipo de irrigación.

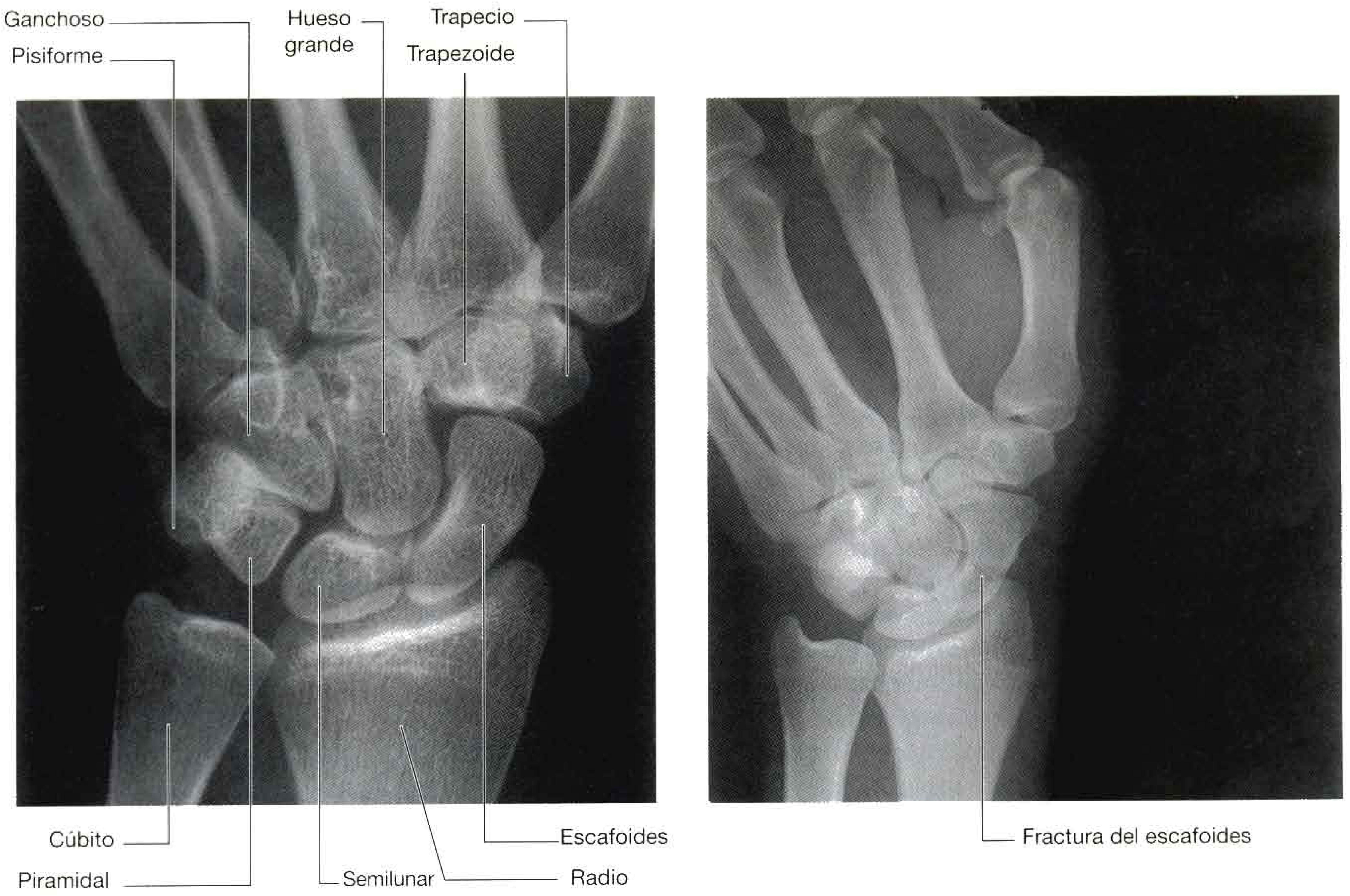


Fig. 7.93 Radiografías de la muñeca (proyección posteroanterior) **A.** Normal. **B.** Fractura del escafoides.

El túnel del carpo y las estructuras de la muñeca

El túnel del carpo se ubica en la parte anterior de la muñeca, y está formado por un arco profundo (constituido por los huesos del carpo) y por el retináculo flexor (fig. 7.91).

La base del arco del carpo está constituida en su parte medial por el hueso pisiforme y el gancho del ganchoso, y en la lateral por los tubérculos del escafoides y del trapecio.

El retináculo flexor es un grueso ligamento de tejido conjuntivo que cubre el espacio entre los extremos medial y lateral de la base del arco, y que transforma el arco del carpo en el túnel del carpo.

Por el túnel del carpo pasan los cuatro tendones del flexor profundo de los dedos, los cuatro tendones del flexor superficial de los dedos, el tendón del flexor largo del pulgar y el nervio mediano (fig. 7.94).

El retináculo flexor mantiene los tendones en el plano óseo de la muñeca y evita que se «arqueen».

Los tendones en el túnel del carpo se encuentran cubiertos por vainas sinoviales, que facilitan su libre movimiento en el túnel. Todos los tendones del flexor profundo de los dedos y del flexor superficial de los dedos están rodeados por una única vaina sinovial; el tendón del flexor largo del pulgar está rodeado por una vaina independiente. El nervio mediano se sitúa anterior a los tendones en el túnel del carpo.

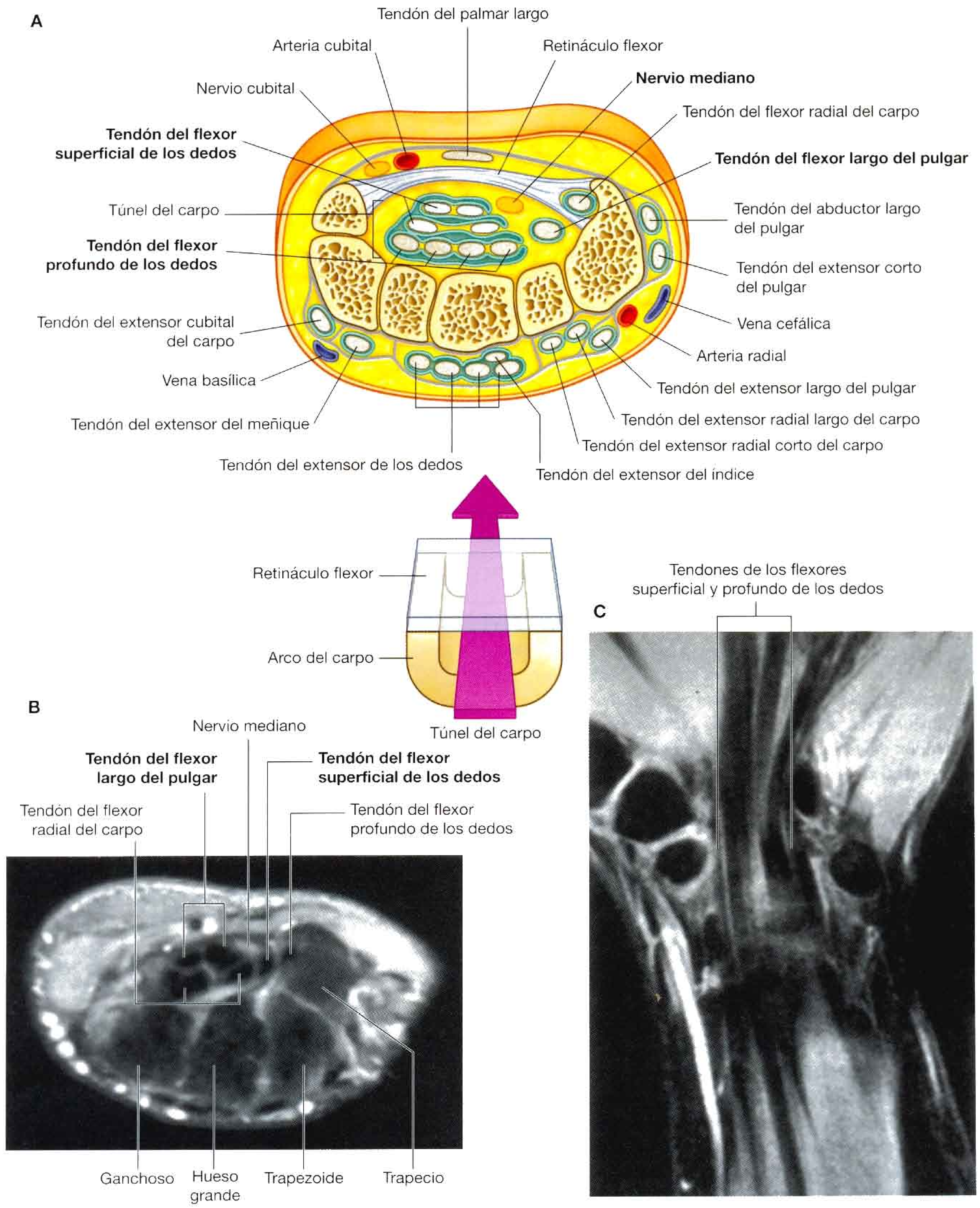


Fig. 7.94 Túnel del carpo. **A.** Estructura y relaciones. **B.** Resonancia magnética de una muñeca normal en el plano axial. **C.** Resonancia magnética de una muñeca normal en el plano coronal.

Conceptos prácticos

Síndrome del túnel del carpo

El síndrome del túnel del carpo es un síndrome de atrapamiento, producido por compresión del nervio mediano en el túnel del carpo. La etiología de esta enfermedad con frecuencia es desconocida, aunque en algunos casos la lesión del nervio puede ser consecuencia directa del aumento de la presión en el nervio mediano secundario a un sobreesfuerzo, a la inflamación de los tendones y de las vainas sinoviales (p. ej., en la artritis reumatoide), o a quistes que aparecen en las articulaciones del carpo. Se cree que el aumento de la presión en el túnel del carpo produce congestión venosa, que induce la aparición de edema en el nervio y lesión anóxica del endotelio capilar del propio nervio mediano.

Los pacientes suelen referir dolor y parestesias en la distribución del nervio mediano. También se produce debilidad y pérdida de la masa muscular de los músculos de la eminencia tenar. Si se percute suavemente sobre el nervio mediano (en la zona del retináculo flexor), se reproducen los síntomas con facilidad (signo de Tinel).

El tratamiento inicial va dirigido a reducir la inflamación y evitar cualquier traumatismo repetitivo que produzca los síntomas. Si no se consigue una mejoría, será necesario realizar estudios de conducción nerviosa para confirmar el atrapamiento del nervio, que suele precisar la descompresión quirúrgica del retináculo flexor.

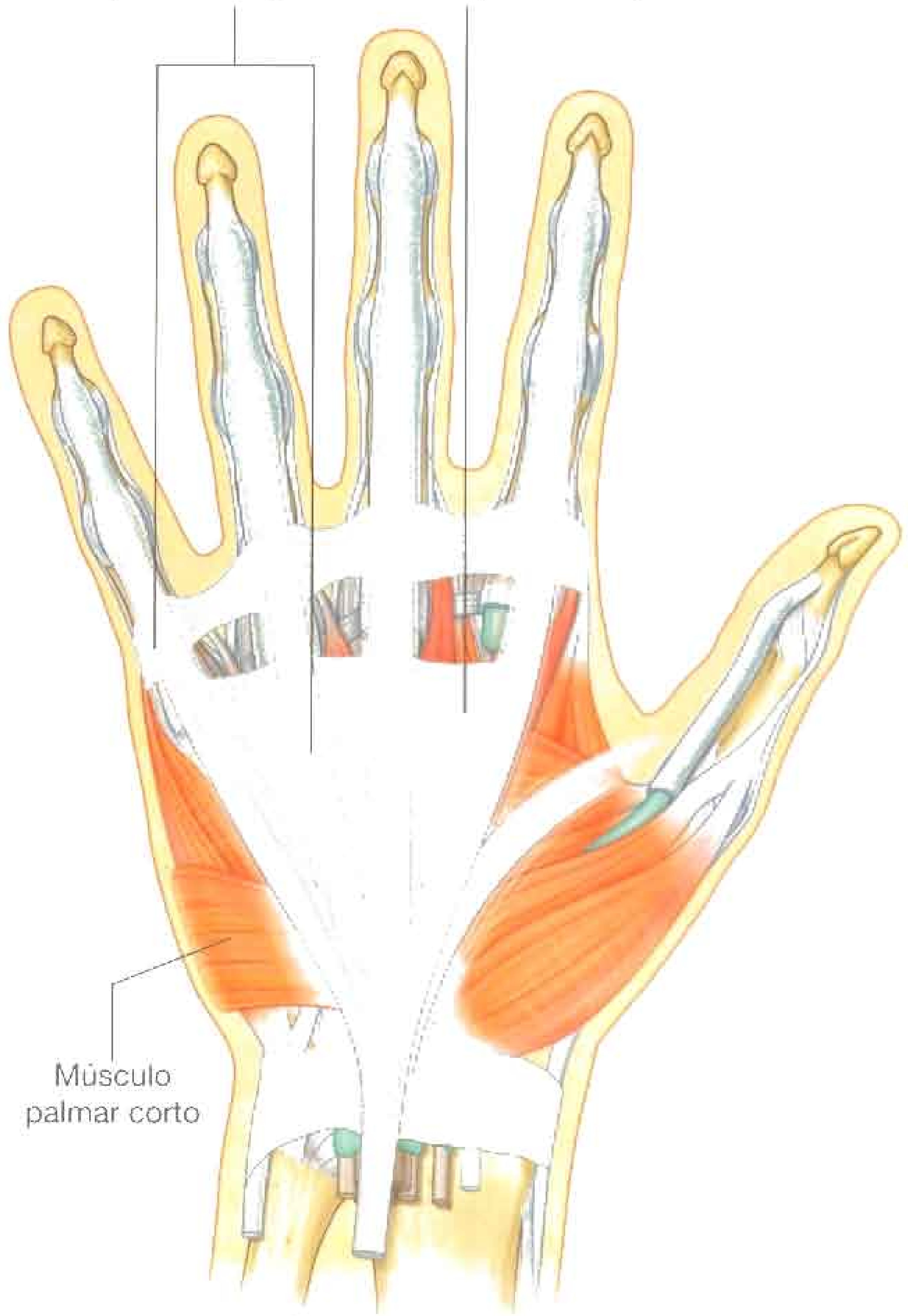


Fig. 7.95 Aponeurosis palmar.

El tendón del flexor radial del carpo está rodeado por una vaina sinovial y pasa por un compartimento tubular formado por la inserción lateral del retináculo flexor a los bordes de un surco situado en la cara medial del tubérculo del trapecio.

La arteria cubital, el nervio cubital y el tendón del palmar largo pasan a la mano por la zona anterior al retináculo flexor, y por tanto no discurren por el túnel del carpo (fig. 7.94). El tendón del palmar largo no está rodeado por una vaina sinovial.

La arteria radial se dirige en sentido dorsal por la cara lateral de la muñeca y se sitúa adyacente a la superficie externa del escafoides.

Los tendones extensores se dirigen a la mano por las superficies medial, lateral y posterior de la muñeca en seis compartimentos delimitados por un retináculo extensor y recubiertos por vainas sinoviales (fig. 7.94):

- Los tendones del extensor de los dedos y del extensor del índice cuentan con un mismo compartimento y una misma vaina sinovial, situados en la superficie posterior de la muñeca.
- Los tendones del extensor cubital del carpo y del extensor del dedo meñique tienen vainas y compartimentos independientes, ubicados en la zona medial de la muñeca.
- En la cara lateral de la muñeca hay tres compartimentos, uno para los tendones del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar, otro para el extensor radial largo del carpo y del extensor radial corto del carpo, y un tercero para el tendón del extensor largo del pulgar.

Aponeurosis palmar

La **aponeurosis palmar** es una condensación triangular de la fascia profunda que cubre la palma y que está fijada a la piel de la zona distal (fig. 7.95).

El vértice del triángulo se continúa con el tendón del palmar largo, en las personas en las que está presente; en caso contrario, se fija al retináculo flexor. Desde ahí, las fibras se irradian en forma de extensiones a la base de los dedos índice, medio, anular y meñique y, en menor medida, al pulgar.

Hay fibras transversales que interconectan los fascículos más longitudinales que se dirigen a los dedos.

Los vasos, los nervios y los tendones flexores largos se sitúan en la palma, profundos a la aponeurosis palmar.

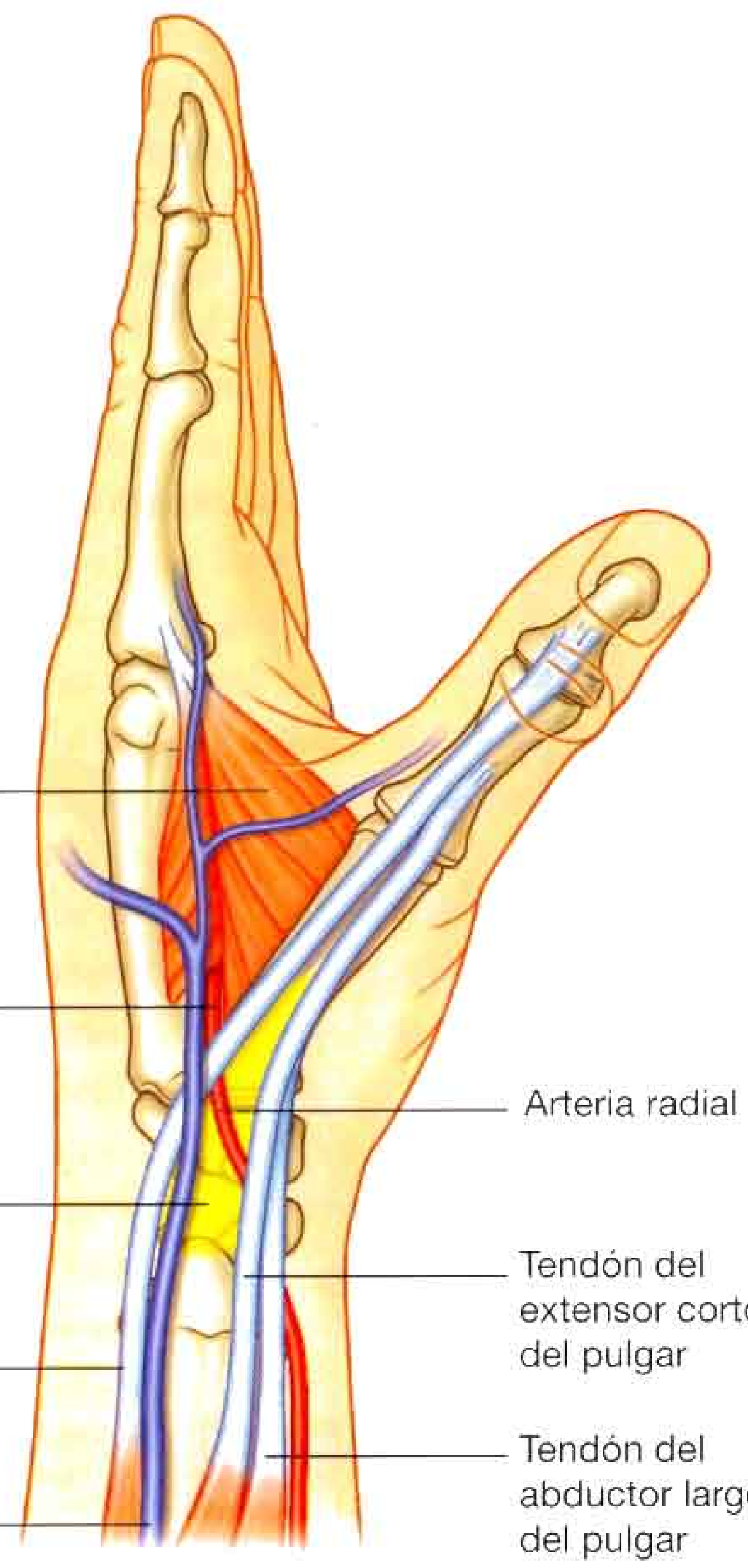


Fig. 7.96 Tabaquera anatómica.

Conceptos prácticos

Tabaquera anatómica

La tabaquera anatómica es una región clínica destacada. Cuando la mano se desvía en sentido cubital, el hueso escafoides se puede palpar en ella. Esta posición permite al médico explorar el hueso para valorar la presencia de fractura. El pulso de la arteria radial también se puede captar en la tabaquera anatómica.

Palmar corto

El **palmar corto** es un pequeño músculo intrínseco de la mano, de forma cuadrangular. Se sitúa en el plano subcutáneo y cubre los músculos de la eminencia hipotenar, la arteria cubital y el ramo superficial del nervio cubital en la zona medial de la palma (fig. 7.95). Se origina en la aponeurosis palmar y en el retináculo flexor y se inserta en la dermis de la piel del borde medial de la mano.

El palmar corto deprime la cuenca de la palma al tensar la piel sobre la eminencia hipotenar y forma un surco nítido, lo que puede mejorar la función de agarre.

El palmar corto está inervado por el ramo superficial del nervio cubital.

Tabaquera anatómica

El término «tabaquera anatómica» se utiliza para definir una depresión triangular situada en la zona posterolateral de la muñeca y del I metacarpiano. Está formada por los tendones extensores que se dirigen al pulgar (fig. 7.96). Históricamente, en esta depresión se colocaba tabaco en polvo (rapé) que se inhalaba por la nariz. La base del triángulo está en la muñeca y el vértice se dirige al pulgar. Es más evidente si se extiende el pulgar.

- El borde lateral está formado por los tendones del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar.
- El borde medial está constituido por el tendón del extensor largo del pulgar.
- El suelo lo forman el escafoides, el trapecio y los extremos distales de los tendones del extensor radial largo del carpo y del extensor radial corto del carpo.

La arteria radial sigue un curso oblicuo por la tabaquera anatómica, situada en un plano profundo a los tendones extensores del pulgar, y adyacente al escafoides y al trapecio.

Las zonas terminales de la rama superficial de la arteria radial se sitúan en un plano subcutáneo en la tabaquera anatómica, al igual que el origen de la vena cefálica, del arco venoso dorsal de la mano.

Vainas fibrosas de los dedos

Una vez que abandonan el túnel del carpo, los tendones de los músculos flexor superficial de los dedos y flexor profundo de los dedos cruzan la palma y entran en las vainas fibrosas situadas en la cara palmar de los dedos (fig. 7.97). Estas vainas fibrosas:

- En la zona proximal, comienzan anteriores a cada articulación metacarpofalángica, y se extienden hasta las falanges distales.
- Están formadas por porciones anulares y cruciformes, que se insertan en la zona posterior de los bordes de las falanges y en los ligamentos palmares correspondientes, en las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas.
- Mantienen los tendones en el plano óseo y evitan que se arqueen cuando se flexionan los dedos.

En cada túnel, los tendones están rodeados por vainas sinoviales. Las vainas sinoviales del pulgar y del meñique se continúan con la vaina correspondiente del tendón en el túnel del carpo (v. fig. 7.94).

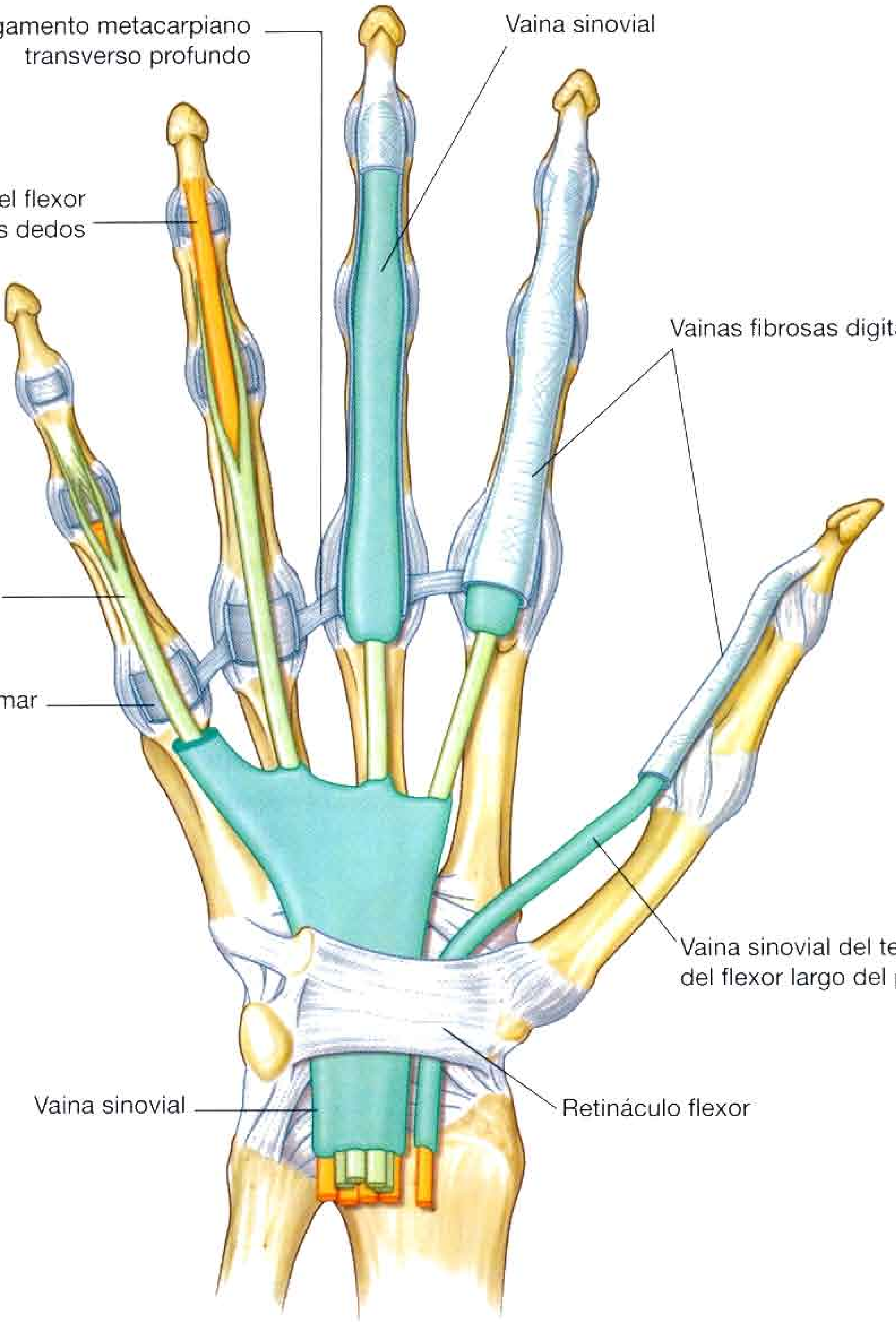


Fig. 7.97 Vainas fibrosas digitales y vainas sinoviales de la mano.

Capuchón extensor

Los tendones del extensor de los dedos y del extensor largo del pulgar pasan por la cara dorsal de los dedos y se expanden por las falanges proximales para formar un complejo **«capuchón extensor»** (fig. 7.98A). Los tendones del extensor del dedo meñique, del extensor del índice y del extensor corto del pulgar se unen a estos capuchones.

Cada uno de los capuchones tiene forma triangular y cuenta con:

- Un vértice insertado en la falange distal.
- Una zona central insertada en la falange media (dedos índice, medio, anular y meñique) o en la proximal (pulgar).
- La base del triángulo envuelve la articulación metacarpofalángica: en los dedos índice, medio, anular y meñique se inserta principalmente en el ligamento metacarpiano transverso profundo, y en el pulgar lo hace en los músculos.

Además de otras inserciones, muchos de los músculos intrínsecos de la mano se insertan en el borde libre del capuchón extensor. Al insertarse en dicha zona, estos músculos intrínsecos son responsables de los movimientos complejos y delicados de los dedos, que no podrían realizarse por los tendones flexores y extensores largos por sí mismos.

En los dedos índice, medio, anular y meñique, los músculos lumbricales, interóseos y el abductor del dedo meñique se insertan al capuchón extensor. En el pulgar, los músculos

aductor del pulgar y abductor corto del pulgar lo hacen en el capuchón extensor.

La fuerza de los pequeños músculos intrínsecos de la mano se transmite al capuchón extensor en la zona distal de la articulación metacarpofalángica, por lo que estos músculos flexionan esta articulación (fig. 7.98B). Al mismo tiempo, la fuerza se transmite por la zona dorsal del capuchón para extender las articulaciones interfalángicas. Esta capacidad de flexionar las articulaciones metacarpofalángicas, al mismo tiempo que se extienden las interfalángicas, se debe enteramente a la actua-

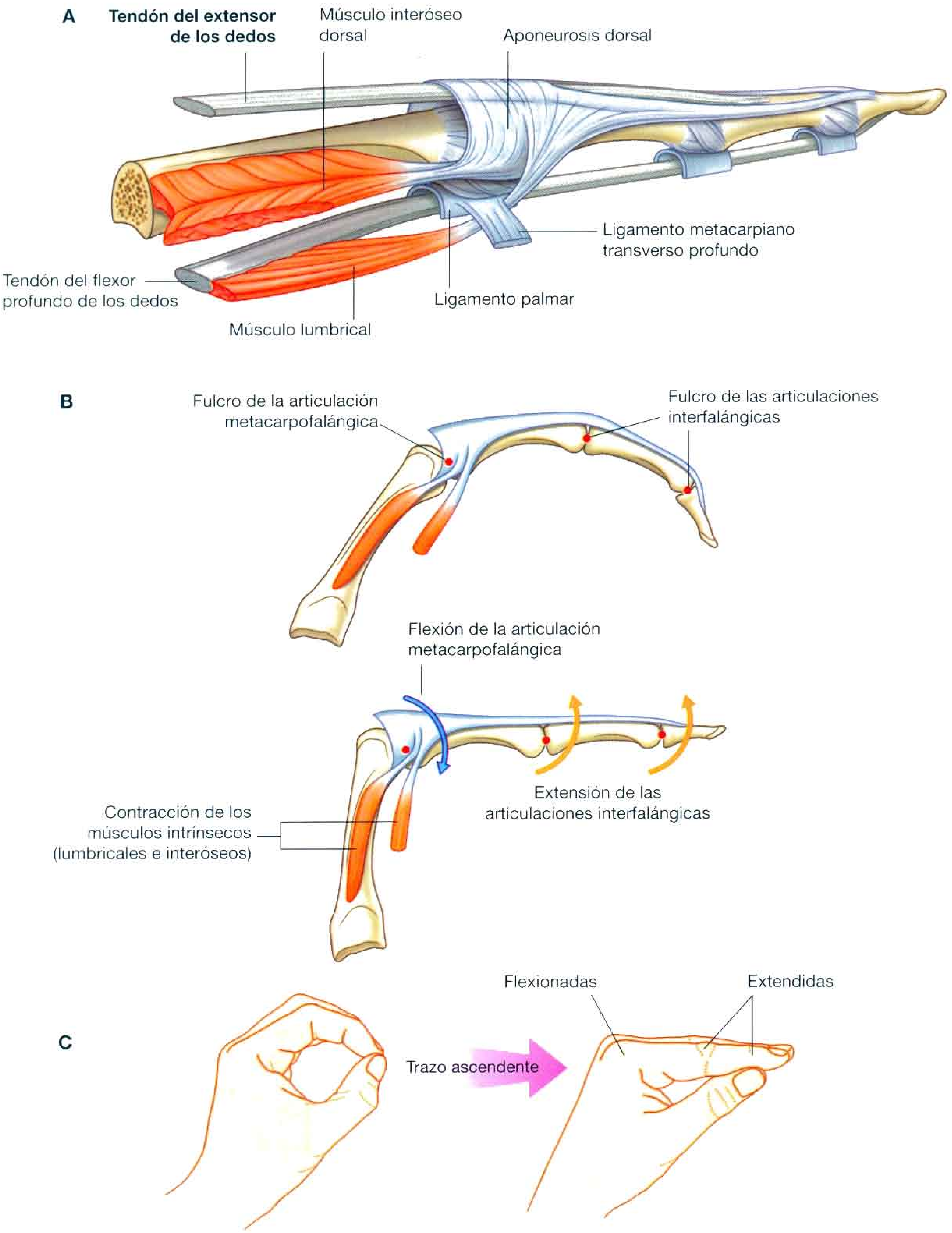


Fig. 7.98 Capuchón extensor.

ción de los músculos intrínsecos de la mano a través del capuchón extensor. Este tipo de movimiento de precisión se utiliza en el «trazo ascendente» cuando se escribe una «t» (fig. 7.98C).

Músculos

Los músculos intrínsecos de la mano son el aductor del pulgar, los interóseos, los músculos tenar, los músculos de la eminencia hipotenar, el palmar corto y los lumbricales (figs. 7.99-7.103). A diferencia de los músculos extrínsecos, que se originan en el antebrazo, se insertan en la mano y desempeñan una función de «agarre potente», los músculos intrínsecos se encuentran por completo en la mano y realizan principalmente movimientos de precisión («agarre preciso») entre los dedos y el pulgar.

Todos los músculos intrínsecos de la mano están inervados por el ramo profundo del nervio cubital, excepto los tres músculos de la eminencia tenar y los dos lumbricales laterales, que están inervados por el nervio mediano. Los músculos intrínsecos están inervados predominantemente por el segmento T1 de la médula espinal, y tienen cierta colaboración de C8.

Los músculos interóseos se sitúan entre los metacarpianos y se insertan en ellos (figs. 7.99 y 7.100). Lo hacen en la falange proximal de cada uno de los dedos y en el capuchón extensor y se dividen en dos grupos: los dorsales y los palmares. Todos los interóseos están inervados por el ramo profundo del nervio cubital. En conjunto, los músculos interóseos abducen y aducen los dedos y colaboran en los complejos movimientos de flexión y extensión que se generan en el capuchón extensor.

Interóseos dorsales

Los **interóseos dorsales** son los músculos situados más dorsalmente de todos los músculos intrínsecos de la mano, y se pueden palpar a través de la piel de la cara dorsal de la mano (fig. 7.99). Hay cuatro músculos interóseos dorsales bipenniformes ubicados entre los cuerpos de los metacarpianos adyacentes, e insertados en ellos (fig. 7.99). Cada uno de los interóseos se inserta en la base de la falange proximal y en el capuchón extensor del dedo correspondiente.

Los tendones de los interóseos dorsales pasan dorsales a los ligamentos metacarpianos transversos profundos:

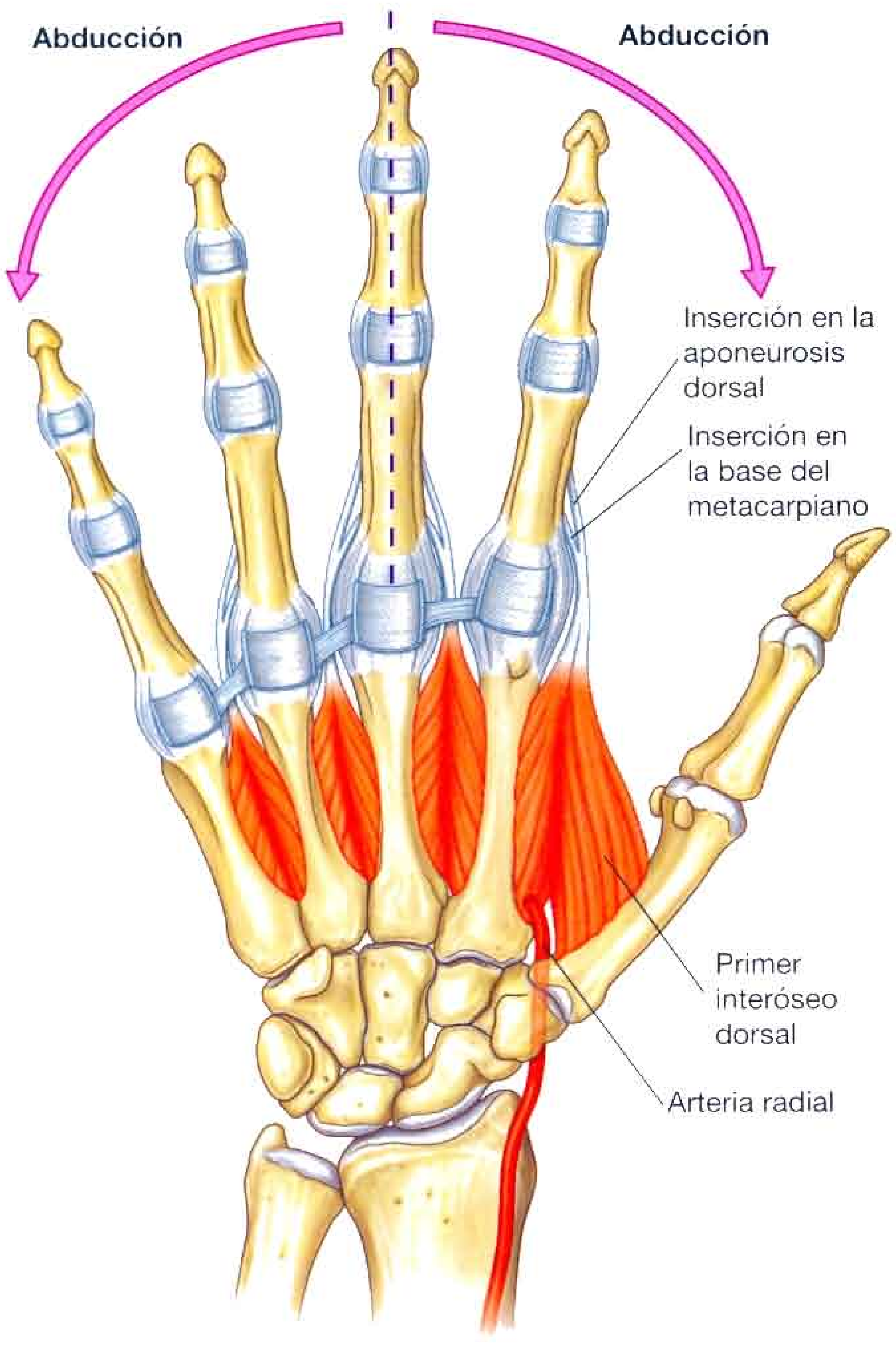


Fig. 7.99 Interóseos dorsales (vista palmar).

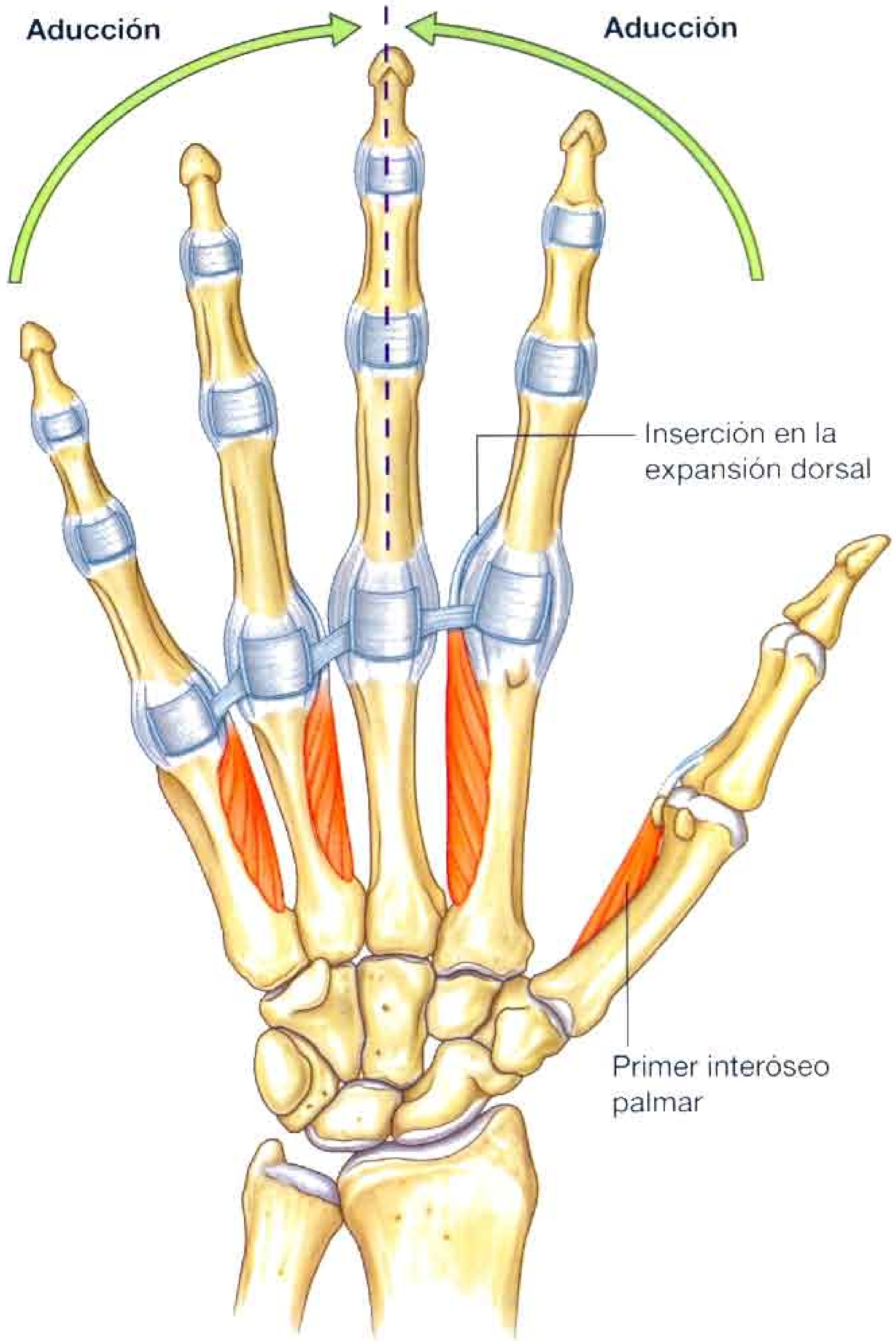


Fig. 7.100 Interóseos palmares (vista palmar).

- El primer músculo interóseo dorsal es el de mayor tamaño, y se inserta en la cara lateral del dedo índice.
- El segundo y el tercer interóseos dorsales se insertan en las caras lateral y medial, respectivamente, del dedo medio.
- El cuarto interóseo dorsal se inserta en la cara medial del dedo anular.

Además de realizar movimientos de flexión y de extensión de los dedos, gracias a sus inserciones en los capuchones extensores, los interóseos dorsales son los principales abductores de los dedos índice, medio y anular en las articulaciones metacarpofalángicas (tabla 7.15).

El dedo medio se puede abducir en sentido medial y lateral respecto de su eje longitudinal, y por tanto tiene músculos interóseos dorsales en ambos lados. El pulgar y el meñique poseen sus propios abductores en los grupos musculares de las eminencias tenar e hipotenar, por lo que no cuentan con interóseos dorsales.

La arteria radial pasa entre las dos cabezas del primer músculo interóseo dorsal en su recorrido desde la tabaquera anatómica por la cara dorsolateral de la muñeca, hacia el plano profundo de la palma.

Interóseos palmares

Los cuatro **interóseos palmares** se encuentran anteriores a los interóseos dorsales, son músculos unipenniformes que se originan en los metacarpianos de los dedos con los que se relacionan (fig. 7.100).

Tabla 7.15 Músculos intrínsecos de la mano (los niveles de la médula espinal en negrita son los principales segmentos que inervan el músculo)

Músculos	Origen	Inserción	Inervación	Función
Palmar corto	Aponeurosis palmar y retináculo flexor	Dermis de la piel del borde medial de la mano	Ramo superficial del nervio cubital (C8, **T1**)	Mejora el agarre
Interóseos dorsales (cuatro músculos)	Caras adyacentes de los metacarpianos	Capuchón extensor y base de las falanges proximales de los dedos índice, medio y anular	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Abducción de los dedos índice, medio y anular en la articulación metacarpofalángica
Interóseos palmares (cuatro músculos)	Lados de los metacarpianos	Capuchones extensores de los dedos pulgar, índice, anular y meñique, y falange proximal del pulgar	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Aducción de los dedos pulgar, índice, anular y meñique en las articulaciones metacarpofalángicas
Aductor del pulgar	Cabeza transversa: III metacarpiano; cabeza oblicua: cabeza y bases del II y III metacarpianos	Base de la falange proximal y capuchón extensor del pulgar	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Aduce el pulgar
Músculos de la eminencia tenar				
Oponente del pulgar	Tubérculo del trapecio y retináculo flexor	Borde lateral y superficie palmar adyacente del I metacarpiano	Ramo recurrente del nervio mediano (C8, **T1**)	Rotación medial del pulgar
Abductor corto del pulgar	Tubérculos del escafoides y del trapecio, y retináculo flexor adyacente	Falange proximal y capuchón extensor del pulgar	Ramo recurrente del nervio mediano (C8, **T1**)	Abduce el pulgar en la articulación metacarpofalángica
Flexor corto del pulgar	Tubérculo del trapecio y retináculo flexor	Falange proximal del pulgar	Ramo recurrente del nervio mediano (C8, **T1**)	Flexiona el pulgar en la articulación metacarpofalángica
Músculos de la eminencia hipotenar				
Oponente del meñique	Gancho del ganchoso y retináculo flexor	Cara medial del V metacarpiano	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Rota lateralmente el V metacarpiano
Abductor del meñique	Pisiforme, ligamento pisiganchoso y tendón del flexor cubital del carpo	Falange proximal del meñique	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Abduce el meñique en la articulación metacarpofalángica
Flexor corto del meñique	Gancho del ganchoso y retináculo flexor	Falange proximal del meñique	Ramo profundo del nervio cubital (C8, **T1**)	Flexiona el meñique en la articulación metacarpofalángica
Lumbricales (cuatro músculos)	Tendones del flexor profundo de los dedos	Capuchones extensores de los dedos índice, anular, medio y meñique	Los dos mediales por el ramo profundo del nervio cubital; los dos laterales por los ramos digitales del nervio mediano	Flexionan las articulaciones metacarpofalángicas a la vez que extienden las interfalángicas

El primer músculo interóseo palmar tiene su origen en la cara medial de la superficie palmar del I metacarpiano y se inserta en la base de la falange proximal del pulgar y en el capuchón extensor. Suele existir un hueso sesamoideo en el tendón que se inserta en la base de la falange.

El segundo interóseo palmar se origina en la superficie medial del II metacarpiano y se inserta en la cara medial de la expansión dorsal del dedo índice.

El tercer y cuarto interóseos palmares se originan en las superficies laterales del IV y V metacarpianos y se insertan en las caras laterales de sus respectivos capuchones extensores.

Al igual que los tendones de los interóseos dorsales, los tendones de los interóseos palmares pasan dorsales a los ligamentos metacarpianos transversos profundos.

Los interóseos palmares aducen el pulgar, el índice, el anular y el meñique respecto al eje longitudinal que pasa por el dedo medio. Estos movimientos se producen en las articulaciones metacarpofalángicas. Como los músculos se insertan en el capuchón extensor, también producen complejos movimientos de flexión y extensión de los dedos (tabla 7.15).

Aductor del pulgar

El **aductor del pulgar** es un gran músculo de forma triangular que cruza la palma, situado en un plano anterior al de los interóseos (fig. 7.101). Tiene dos cabezas de origen:

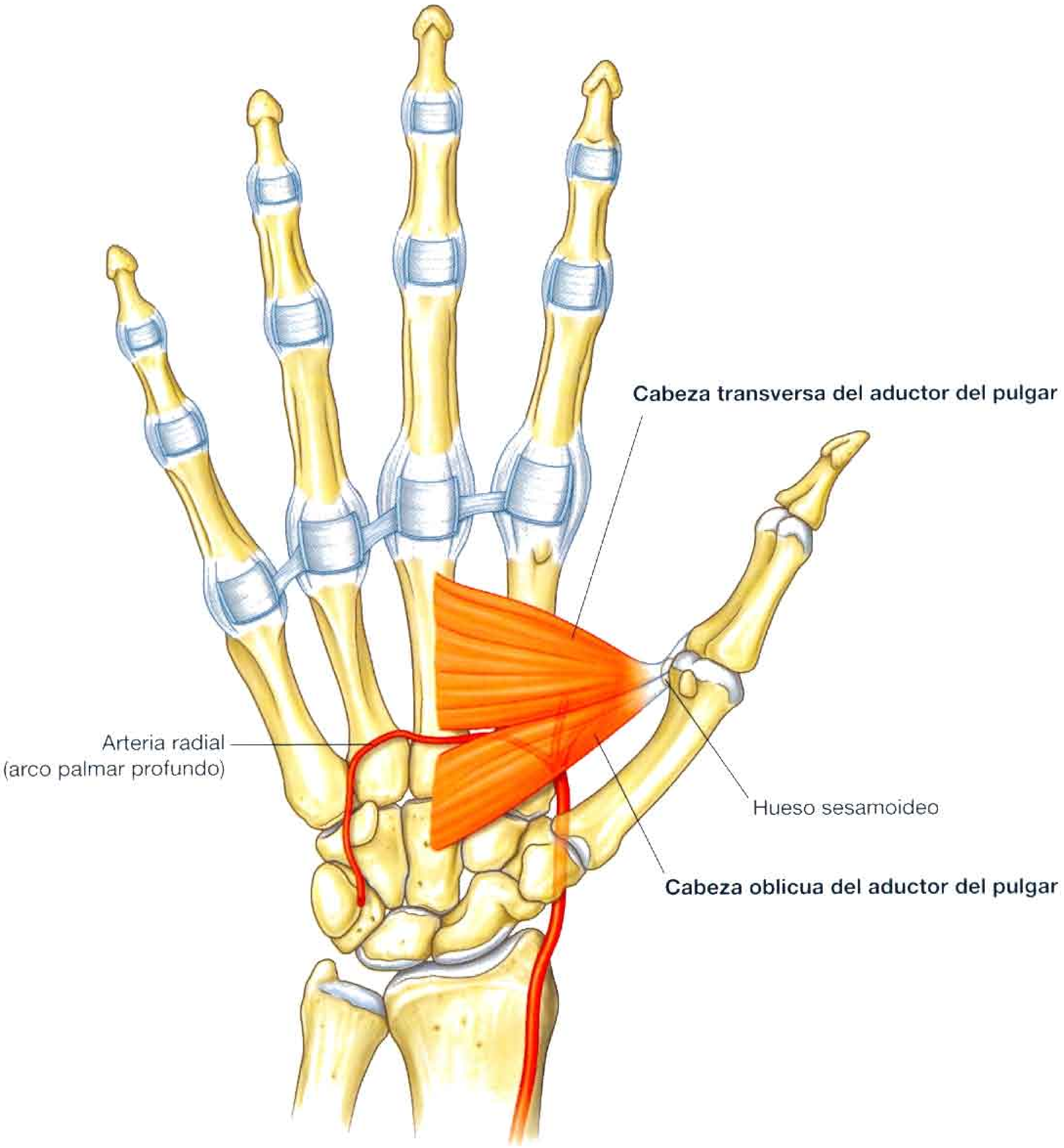


Fig. 7.101 Aductor del pulgar.

- Una **cabeza transversa** que procede de la zona anterior del cuerpo del III metacarpiano.
- Una **cabeza oblicua**, procedente del hueso grande y de las bases del II y III metacarpianos.

Las dos cabezas convergen en la zona lateral y forman un tendón, que suele contener un hueso sesamoideo. Se inserta en la cara medial de la base de la falange proximal del pulgar y en el capuchón extensor.

La arteria radial se dirige en sentido anterior y medial, pasando entre las dos cabezas del músculo para alcanzar el plano profundo de la mano y formar el arco palmar profundo.

El aductor del pulgar es un potente aductor del pulgar y opone este dedo a los demás durante el agarre (tabla 7.15).

Músculos de la eminencia tenar

Los tres músculos de esta eminencia (oponente del pulgar, flexor corto del pulgar y abductor corto del pulgar) se relacionan con el movimiento de oposición del pulgar a los otros dedos, y con los movimientos delicados del pulgar (fig. 7.102), además de ser responsables de la prominencia muscular **(eminencia tenar)** de la zona lateral de la palma, en la base del pulgar.

Estos músculos están inervados por el ramo recurrente del nervio mediano.

Oponente del pulgar

El músculo **oponente del pulgar** es el mayor de los músculos de la eminencia tenar, y se sitúa en profundidad a los otros

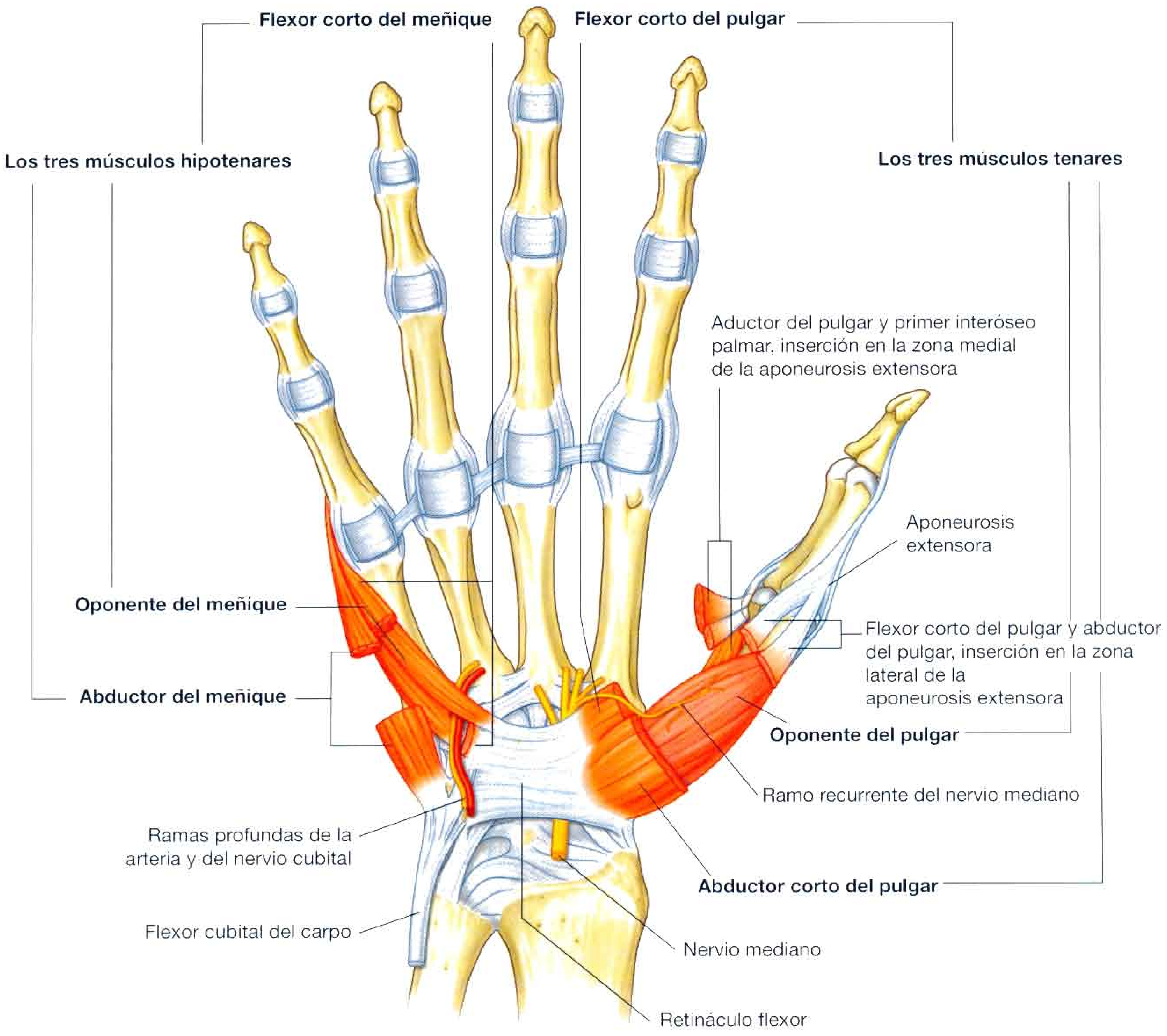


Fig. 7.102 Músculos de las eminencias tenar e hipotenar.

dos (fig. 7.102). Se origina en el tubérculo del trapecio y en el retináculo flexor adyacente. Se inserta en toda la longitud del margen lateral del I metacarpiano y en la superficie palmar lateral del mismo.

El oponente del pulgar rota y flexiona el I metacarpiano sobre el trapecio, de manera que sitúa la yema del pulgar enfrentada a las de los otros dedos (tabla 7.15).

Abductor corto del pulgar

El músculo **abductor corto del pulgar** se ubica sobre el oponente del pulgar y es proximal al músculo flexor corto del pulgar (fig. 7.102). Se origina en los tubérculos del escafoides y del trapecio y en las zonas adyacentes del retináculo flexor. Se inserta en la cara lateral de la base de la falange proximal del pulgar y en el capuchón extensor.

El abductor corto del pulgar abduce el primer dedo, principalmente en la articulación metacarpofalángica. Este movimiento es más evidente cuando el pulgar se encuentra en abducción máxima y la falange proximal se separa del eje longitudinal del I metacarpiano (tabla 7.15).

Flexor corto del pulgar

El músculo **flexor corto del pulgar** se sitúa distal al abductor corto del pulgar (fig. 102). Se origina principalmente en el tubérculo del trapecio y en el retináculo flexor adyacente, pero también puede tener inserciones más profundas en otros huesos del carpo y en los ligamentos asociados. Se inserta en la cara lateral de la base de la falange proximal del pulgar. Su tendón suele contener un hueso sesamoideo.

El flexor corto del pulgar flexiona la articulación metacarpofalángica del primer dedo (tabla 7.15).

Músculos de la eminencia hipotenar

Los músculos de la eminencia hipotenar (oponente del meñique, abductor del meñique y flexor corto del meñique) forman la prominencia muscular **(eminencia hipotenar)** situada en la zona medial de la palma, en la base del dedo meñique (fig. 7.102). Estos músculos son similares a los de la eminencia tenar, tanto en el nombre como en su organización.

Al contrario que los músculos de la eminencia tenar, los de la hipotenar están inervados por el ramo profundo del nervio cubital, y no por el ramo recurrente del nervio mediano.

Oponente del meñique

El músculo **oponente del meñique** se sitúa en profundidad a los otros dos músculos de la eminencia hipotenar (fig. 7.102). Se origina en el gancho del ganchoso y en la zona adyacente del retináculo flexor. Se inserta en el borde medial y en la superficie palmar del V metacarpiano. En su base es perforado por las ramas profundas del nervio y la arteria cubitales.

El músculo oponente del meñique rota el V metacarpiano hacia la palma; sin embargo, debido a la forma sencilla de la articulación carpometacarpiana y a la presencia de un ligamento metacarpiano transverso profundo, que une la cabeza del V metacarpiano a la del anular, el movimiento es mucho menos llamativo que el del pulgar (tabla 7.15).

Abductor del meñique

El músculo **abductor del meñique** se sitúa sobre el oponente del meñique (fig. 7.102). Se origina en el hueso pisiforme, en el ligamento pisiganchoso y en el tendón del flexor cubital del carpo. Se inserta en la cara medial de la base de la falange proximal del meñique y en el capuchón extensor.

El abductor del meñique es el principal abductor de este dedo (tabla 7.15).

Flexor corto del meñique

El **flexor corto del meñique** es lateral al abductor del meñique (fig. 7.102). Se origina en el gancho del ganchoso y en la zona adyacente del retináculo flexor. Se inserta junto con el músculo abductor del meñique en la cara medial de la base de la falange proximal del meñique.

El flexor corto del meñique flexiona la articulación metacarpofalángica.

Músculos lumbricales

Hay cuatro músculos lumbricales (vermiformes), cada uno relacionado con uno de los dedos. Los músculos se originan en los tendones del flexor profundo de los dedos en la palma:

- Los dos lumbricales mediales son bipenniformes y se originan en los tendones del flexor profundo de los dedos del medio y anular, y del anular y meñique, respectivamente.
- Los dos lumbricales laterales son músculos unipenniformes que se originan en los tendones del flexor profundo de los dedos asociados con el índice y el medio, respectivamente.

Los músculos lumbricales se dirigen en sentido dorsal rodeando la zona lateral de cada uno de los dedos, para insertarse en el capuchón extensor (fig. 7.103). Los tendones de los músculos son anteriores a los ligamentos metacarpianos transversos profundos.

Los músculos lumbricales relacionan los tendones flexores con los extensores. Mediante su inserción en el capuchón extensor participan en la flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y en la extensión de las interfalángicas.

Los dos lumbricales mediales están inervados por el ramo profundo del nervio cubital; los dos lumbricales laterales lo están por los ramos digitales del nervio mediano (tabla 7.15).

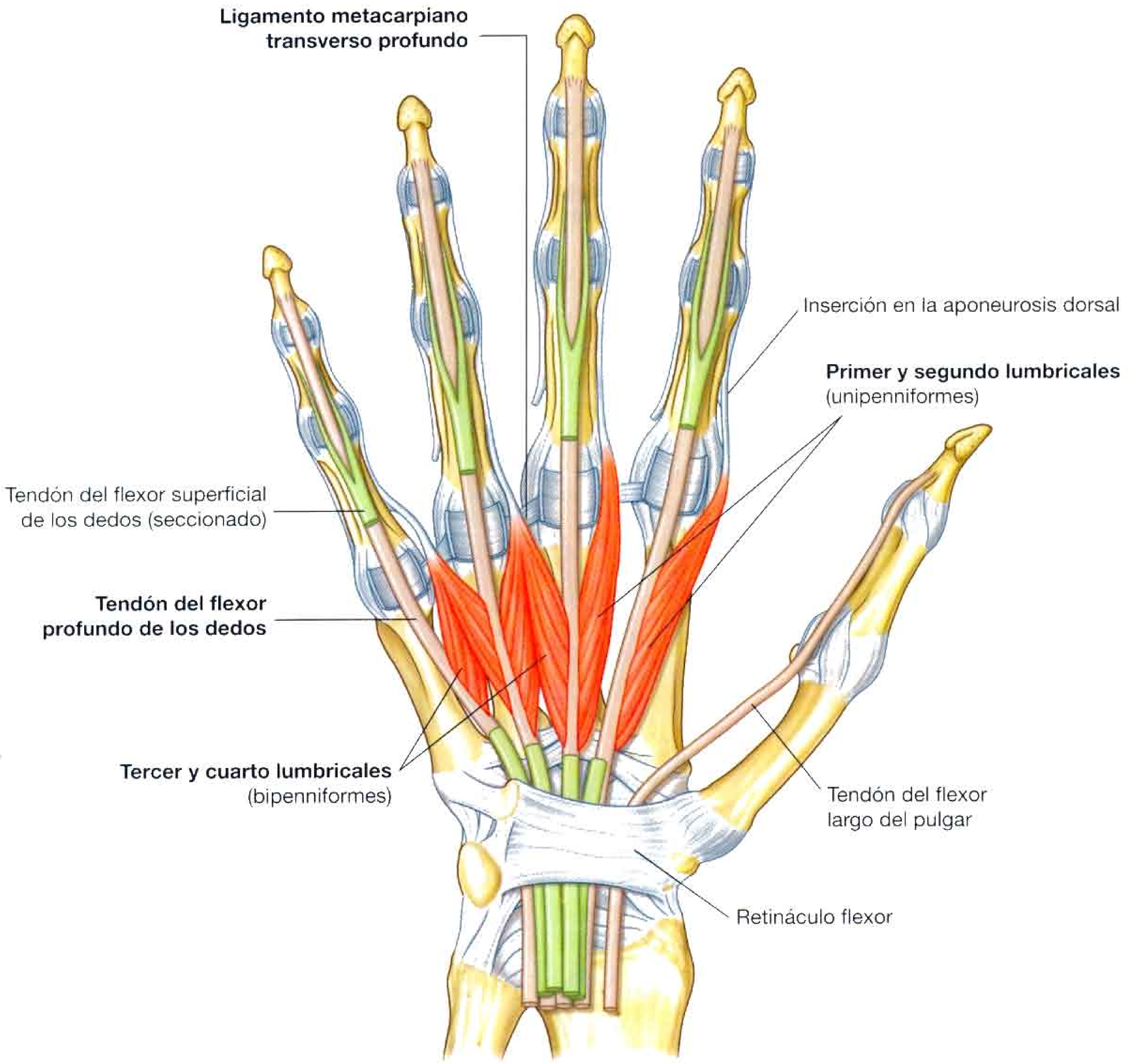


Fig. 7.103 Músculos lumbricales.

Arterias y venas

La irrigación de la mano depende de las arterias radial y cubital, que forman en la palma dos arcos vasculares interconectados (superficial y profundo) (fig. 7.104). Los vasos para los dedos, los músculos y las articulaciones se originan en los dos arcos y en las arterias originarias:

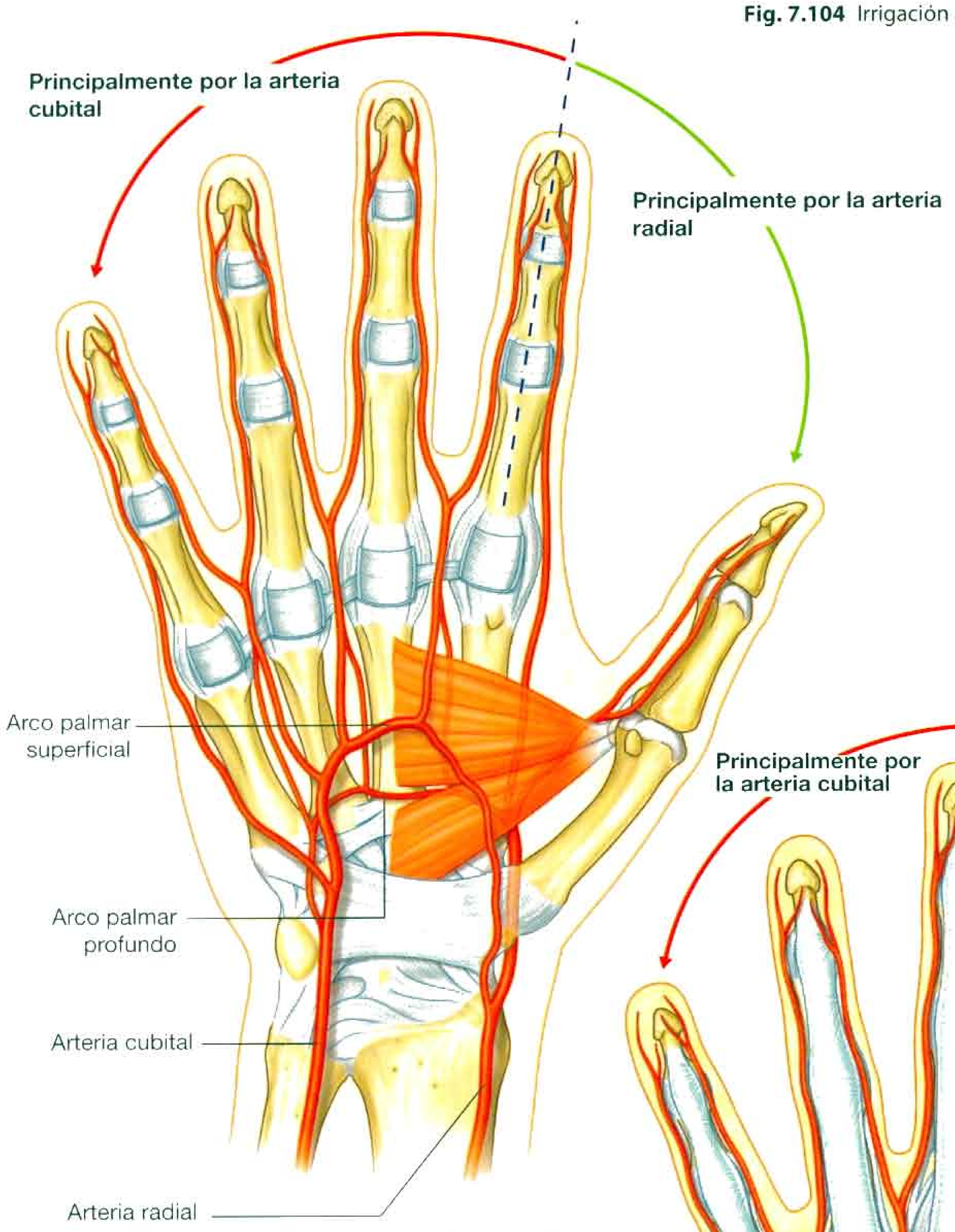
- La arteria radial colabora principalmente en la irrigación del pulgar y de la zona lateral del dedo índice.
- El resto de los dedos y la zona medial del índice están irrigados principalmente por la arteria cubital.

Arteria cubital y arco palmar superficial

La **arteria cubital** y el nervio cubital entran en la mano por la zona medial de la muñeca (fig. 7.105). El vaso se sitúa entre el músculo palmar corto y el retináculo flexor, y es lateral al nervio cubital y al hueso pisiforme. En la zona distal, la arteria cubital es medial al gancho del ganchoso y después gira en sentido lateral cruzando la palma, donde forma el **arco palmar superficial**, que se sitúa superficial a los tendones flexores largos de los dedos y justo por debajo de la aponeurosis palmar. En la zona lateral de la palma, el arco se comunica con la rama palmar de la arteria radial.

Una de las ramas de la arteria cubital en la mano es la **rama palmar profunda** (figs. 7.104 y 7.105), que surge de la zona medial de la arteria cubital, justo distal al pisiforme, y perfora el origen de los músculos de la eminencia hipotenar. Se curva medialmente alrededor del gancho del ganchoso para alcanzar el plano profundo de la palma, y se anastomosa con el arco palmar profundo, procedente de la arteria radial.

Fig. 7.104 Irrigación arterial de la mano.



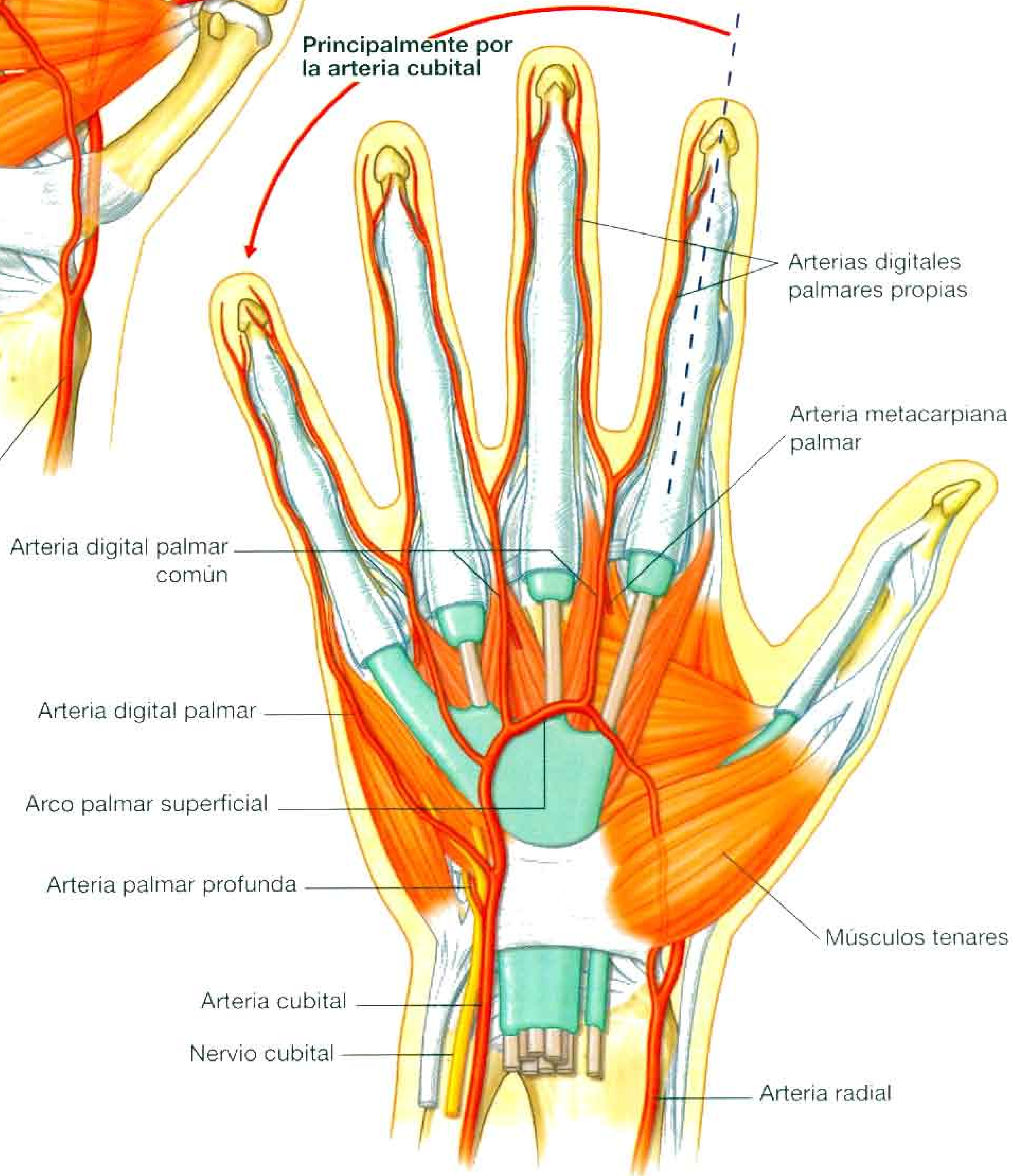


Fig. 7.105 Arco palmar superficial.

- La primera **arteria metacarpiana dorsal**, que irriga las zonas adyacentes del dedo índice y del pulgar.

Hay dos vasos, la **arteria principal del pulgar** y la **arteria radial del índice**, que surgen de la arteria radial en el plano entre el primer interóseo dorsal y el aductor del pulgar. La arteria principal del pulgar es el vaso fundamental en la irrigación del pulgar, y la arteria radial del índice irriga la zona lateral del dedo índice.

El arco palmar profundo origina las siguientes arterias:

- Tres **arterias metacarpianas palmares**, que se unen a la arteria digital palmar común del arco radial superficial.
- Tres **ramas perforantes**, que se dirigen posteriormente entre las cabezas de origen de los interóseos dorsales para anastomosarse con las arterias metacarpianas dorsales, procedentes del arco dorsal del carpo.

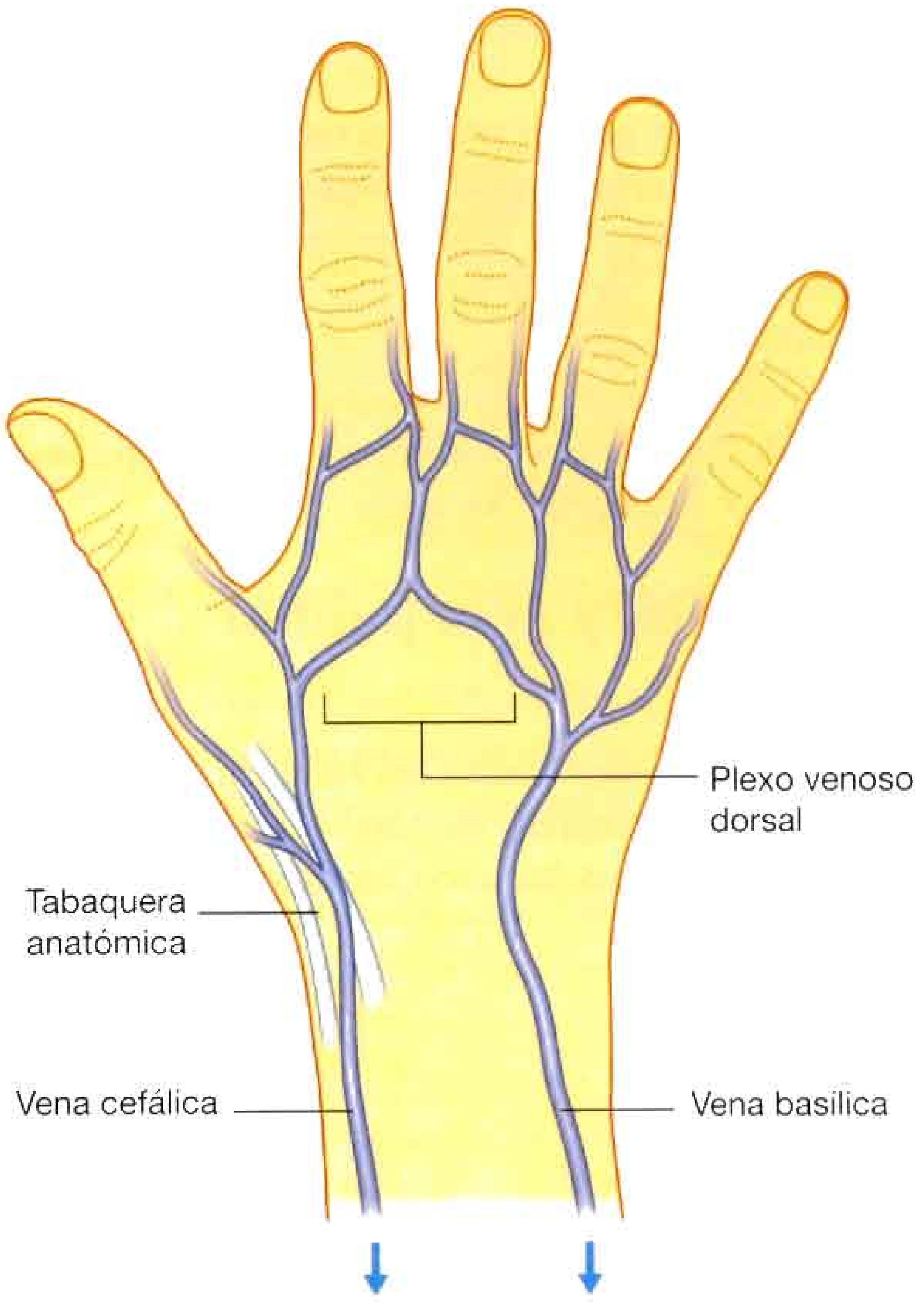


Fig. 7.107 Arco venoso dorsal de la mano.

Conceptos prácticos

Prueba de Allen

Para explorar si existen conexiones adecuadas entre las arterias cubital y radial, se pueden comprimir ambas arterias en la muñeca. Después se libera una de ellas, y se valora si se produce una revascularización adecuada de la mano. Si existen escasas conexiones entre las arterias palmares profunda y superficial, cuando se quite la presión de la arteria radial sólo se rellenarán de sangre (adquirirán color rojo) el dedo pulgar y la cara lateral del índice.

Venas

Como suele ocurrir en la extremidad superior, la mano contiene plexos interconectados de venas superficiales y profundas. Las venas profundas siguen el recorrido de las arterias; las superficiales drenan en un plexo venoso dorsal en el dorso de la mano, situado sobre los huesos metacarpianos (fig. 7.107).

La vena cefálica se origina en la zona lateral del plexo venoso dorsal y pasa sobre la tabaquera anatómica, en dirección al antebrazo.

La vena basílica tiene su origen en la zona medial del plexo venoso dorsal y se dirige hacia la zona dorsomedial del antebrazo.

Nervios

La mano está inervada por los nervios cubital, mediano y radial (figs. 7.108-7.110). Todos ellos son responsables de la inervación sensitiva cutánea y propioceptiva. El nervio cubital inerva todos los músculos intrínsecos de la mano, excepto los tres músculos de la eminencia tenar y los dos lumbricales laterales, que son inervados por el nervio mediano. El nervio radial sólo inerva la piel de la zona dorsolateral de la mano.

Nervio cubital

El nervio cubital entra en la mano lateral al hueso pisiforme y dorsomedial a la arteria cubital (fig. 7.108). Inmediatamente distal al pisiforme, se divide en un ramo profundo, principalmente motor, y un ramo superficial, sobre todo sensitivo.

El **ramo profundo** del nervio cubital acompaña a la rama profunda de la arteria cubital (fig. 7.108). Perfora e inerva los músculos de la eminencia hipotenar para alcanzar el plano profundo de la palma. Gira en sentido lateral cruzando la palma, profundo a los flexores largos de los dedos, e inerva los músculos interóseos, el aductor del pulgar y los dos lumbricales mediales. Además, el ramo profundo del nervio cubital da pequeños ramos articulares para la articulación de la muñeca.

En su recorrido por la palma, el ramo profundo del nervio cubital se sitúa en un túnel fibroóseo (el canal de Guyon) entre el gancho del ganchoso y los tendones flexores. *En ocasiones, aparecen pequeñas bolsas de membrana si-*

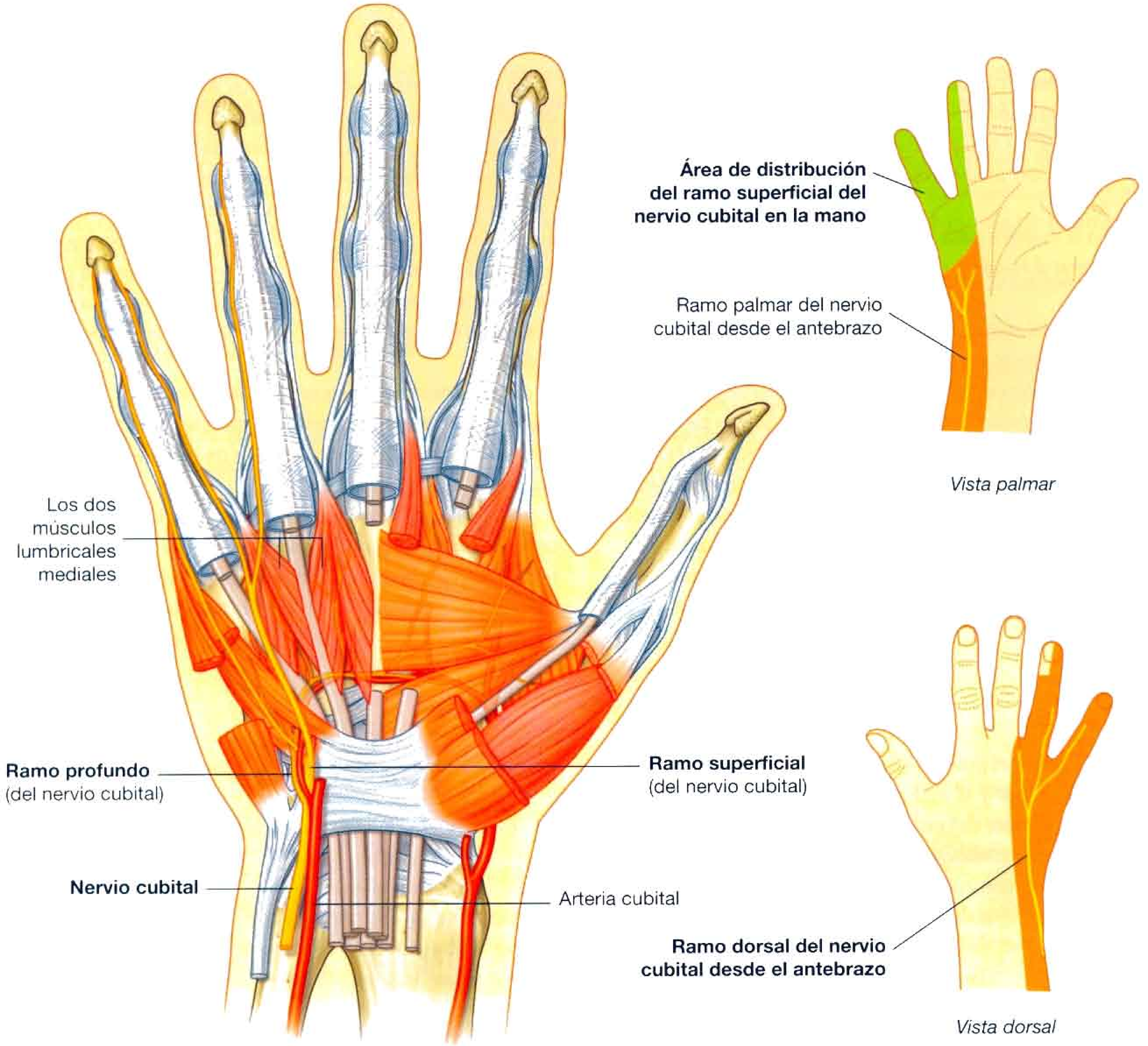


Fig. 7.108 Nervio cubital en la mano.

novial (gangliones) de las articulaciones del carpo, que comprimen el nervio en este canal y producen síntomas sensitivos y motores.

El ramo superficial del nervio cubital inerva el músculo palmar corto y se continúa por la palma para inervar la piel de la superficie palmar del meñique y la mitad medial del dedo anular (fig. 7.108).

Nervio mediano

El nervio mediano es el principal nervio sensitivo de la mano, porque inerva la piel de los dedos pulgar, índice y medio, así como la zona lateral del anular (fig. 7.109). El sistema nervioso, mediante el tacto, recibe información sobre el entorno desde esta zona, en especial de la piel del pulgar y del índice. Además, la información sensitiva de los tres dedos laterales y de la mitad del índice permite situar los dedos con la cantidad adecuada de fuerza durante el «agarre de precisión».

El nervio mediano también inerva los músculos de la eminencia tenar, que son responsables de la oposición del pulgar a los otros dedos.

El nervio mediano entra en la mano pasando por el túnel del carpo y se divide en un ramo recurrente y en los ramos digitales palmares (fig. 7.109).

El **ramo recurrente** del nervio mediano inerva los tres músculos de la eminencia tenar. Se origina en la zona lateral del nervio mediano, cerca del borde distal del retináculo flexor, por cuyo borde se curva y pasa por la zona proximal so-

Conceptos prácticos

Lesión del nervio cubital

El nervio cubital se lesiona con mayor frecuencia en dos localizaciones, el codo y la muñeca:

- En el codo, el nervio se sitúa posterior al epicóndilo medial.
- En la muñeca pasa superficial al retináculo flexor y lateral al hueso pisiforme.

Las lesiones del nervio cubital se caracterizan porque producen la «mano en garra», en la que las articulaciones metacarpofalángicas de los dedos están hiperextendidas y las interfalángicas están flexionadas, debido a que se pierde la función de la mayoría de los músculos intrínsecos de la mano.

La «garra» es más llamativa en los dedos mediales porque la función de todos los músculos intrínsecos de estos dedos se pierde, mientras que los lumbricales de los dos dedos laterales se conservan, al estar inervados por el nervio mediano. También se pierde la función del aductor del pulgar.

En las lesiones del nervio cubital en el codo, la función del músculo flexor cubital del carpo y del flexor profundo de los dedos índice y corazón también se pierde. La mano en garra, en especial de los dedos meñique y anular, es peor cuando la lesión del nervio cubital tiene lugar en la muñeca que cuando se produce en el codo. Esto se debe a que la interrupción del nervio en el codo paraliza la mitad cubital del flexor profundo de los dedos, lo que provoca la falta de flexión de las articulaciones interfalángicas distales de estos dedos.

Las lesiones del nervio cubital en el codo y en la muñeca producen una alteración de la inervación sensitiva de la cara palmar del dedo pulgar y de la mitad medial del índice.

La lesión de este nervio en la muñeca y las localizadas proximales a la misma se pueden distinguir explorando la función del **ramo dorsal** (cutáneo) del nervio cubital, que se origina en la zona distal del antebrazo. Este ramo inerva la piel de la superficie dorsal de la mano en la cara medial.

bre el flexor corto del pulgar. A continuación pasa entre el flexor corto del pulgar y el abductor corto del pulgar para terminar en el oponente del pulgar.

Los **nervios digitales palmares** cruzan la palma situados profundos a la aponeurosis palmar y al arco palmar superficial para dirigirse a los dedos. Inervan la piel de las superficies palmares de los tres dedos laterales y la mitad del índice, así como las regiones cutáneas dorsales de las falanges distales (lechos ungueales) de estos mismos dedos. Además de la piel, los nervios digitales inervan los dos músculos lumbricales laterales.

Ramo superficial del nervio radial

La única parte del nervio radial que llega a la mano es el ramo superficial (fig. 7.110). Éste entra en la mano pasando sobre la tabaquera anatómica, en la zona dorsolateral de la muñeca. *Los ramos terminales del nervio se pueden palpar o «hacer rodar» sobre el tendón del extensor largo del pulgar, cuando cruzan por la tabaquera anatómica.*

El ramo superficial del nervio radial inerva la piel de la zona dorsolateral de la palma, así como las caras dorsales de los tres dedos laterales y la mitad del índice hasta, aproximadamente, la zona distal a las articulaciones interfalángicas distales.

Conceptos prácticos

Lesión del nervio radial

Cerca de la articulación del codo el nervio radial se divide en sus dos ramos terminales: el nervio radial superficial y el nervio radial profundo.

La lesión más frecuente del nervio radial es el daño del nervio en el surco del nervio radial del húmero, que produce una parálisis global de los músculos del compartimento posterior del antebrazo, lo que provoca la muñeca caída. La lesión del nervio radial puede ser consecuencia de una fractura del cuerpo del húmero, puesto que este nervio desciende en diagonal por el surco radial. La lesión típica produce una disminución de la sensibilidad en las zonas de inervación cutánea, en especial sobre la cara posterior de la mano. Si se secciona el nervio interóseo posterior se pueden paralizar los músculos del compartimento posterior, pero la inervación que queda es variable. Por lo general el paciente puede ser incapaz de extender los dedos.

Los ramos distales del nervio radial superficial se pueden palpar como «cordones» que pasan sobre el tendón del extensor largo del pulgar en la tabaquera anatómica. La lesión de estos ramos tiene escasos efectos, puesto que sólo inervan pequeñas zonas de piel.

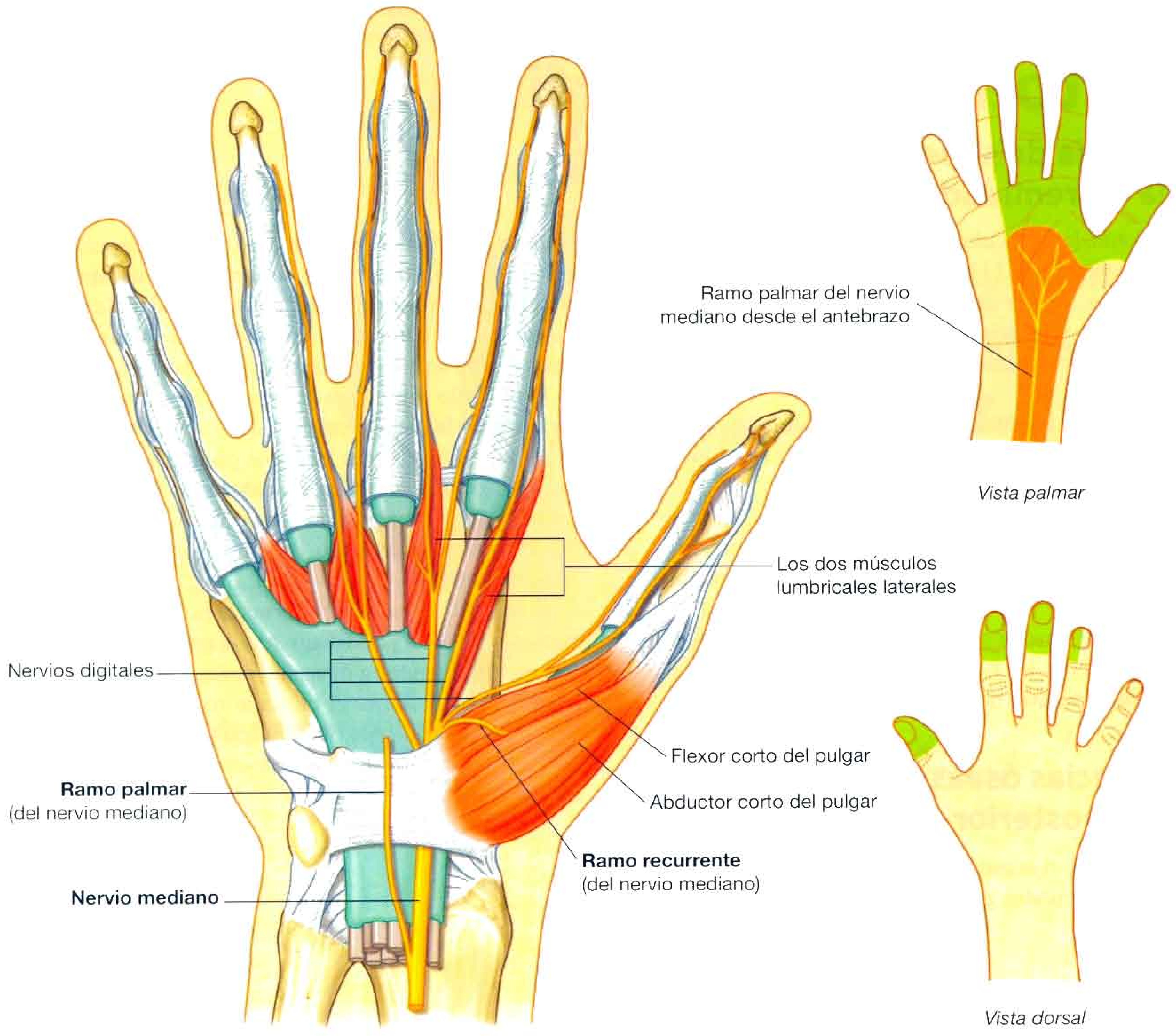


Fig. 7.109 Nervio mediano en la mano.

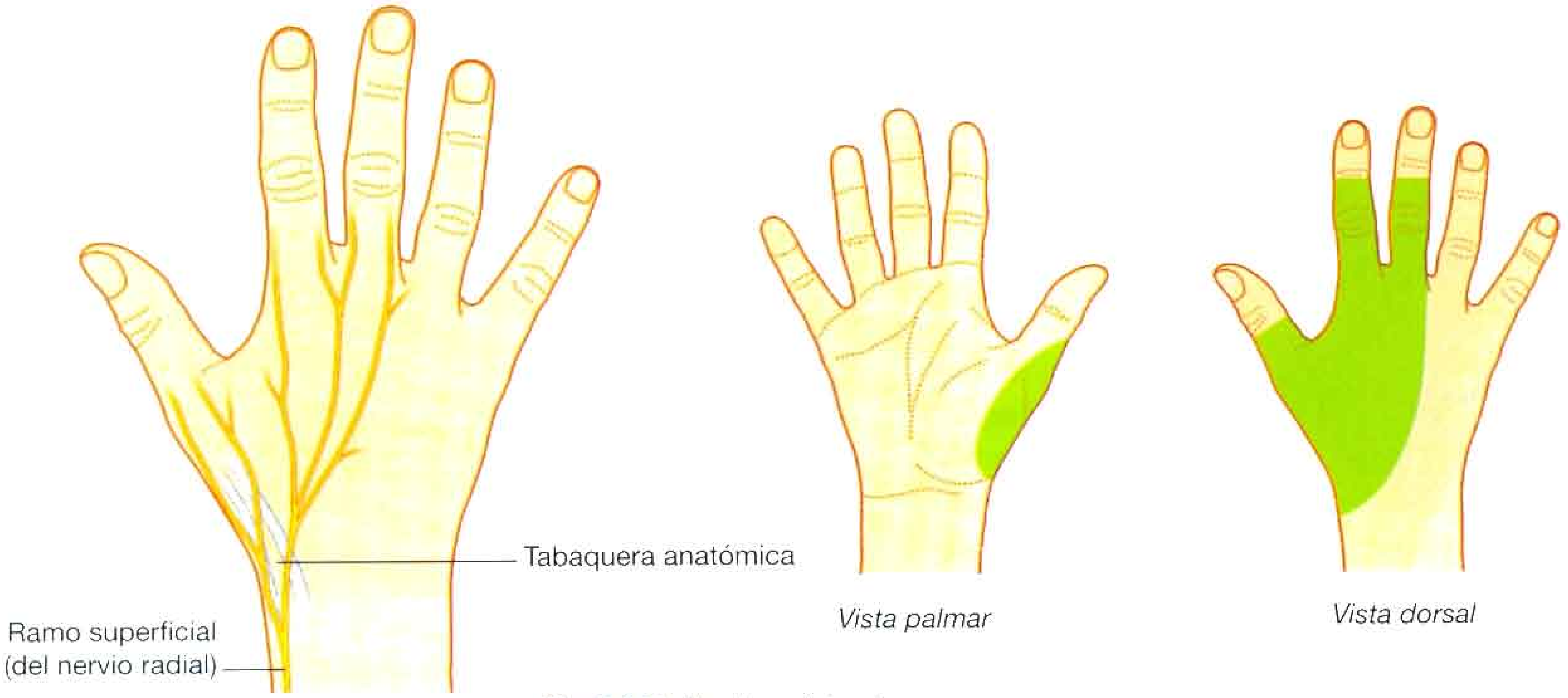


Fig. 7.110 Nervio radial en la mano.

Anatomía de superficie

Anatomía de superficie de la extremidad superior

Los tendones, los músculos y las referencias óseas de la extremidad superior (fig. 7.111) se utilizan para localizar las principales arterias, venas y nervios de la extremidad. Para realizar la exploración neurológica es fundamental pedir al paciente que mueva la extremidad superior de una manera específica:

- Los tendones se utilizan para explorar los reflejos relacionados con segmentos específicos de la médula espinal.
- Los vasos se usan en la clínica como accesos vasculares (para obtener sangre y para administrar fármacos y nutrientes), así como para determinar la presión arterial y el pulso.
- Los nervios pueden quedar atrapados o ser lesionados en las regiones en las que están asociados al hueso o en las que pasan a través de espacios limitados.

Referencias óseas y músculos de la región posterior de la escápula

El borde medial, el ángulo inferior y parte del borde lateral de la escápula se pueden palpar en el paciente, al igual que la espina y el acromion. Sin embargo, el borde superior y el ángulo superior de la escápula se encuentran debajo de tejidos blandos, por lo que no se palpan con facilidad. Los músculos supraespinoso e infraespinoso se pueden palpar por encima y por debajo de la espina, respectivamente (fig. 7.112).

El músculo trapecio es el responsable del suave contorno en las zonas lateral del cuello y superior del hombro.

El músculo deltoides forma la prominencia muscular situada inferior al acromion y alrededor de la articulación glenohumeral. El nervio axilar pasa en sentido posterior alrededor del cuello quirúrgico del húmero, en profundidad al músculo deltoides.

El músculo dorsal ancho forma la mayor parte de la masa muscular situada por debajo del pliegue cutáneo axilar posterior y se extiende en dirección oblicua ascendente desde el tronco hasta el brazo. El músculo redondo mayor se dirige desde el ángulo inferior de la escápula hasta la zona superior del húmero y colabora en la formación lateral del pliegue posterior de la axila.

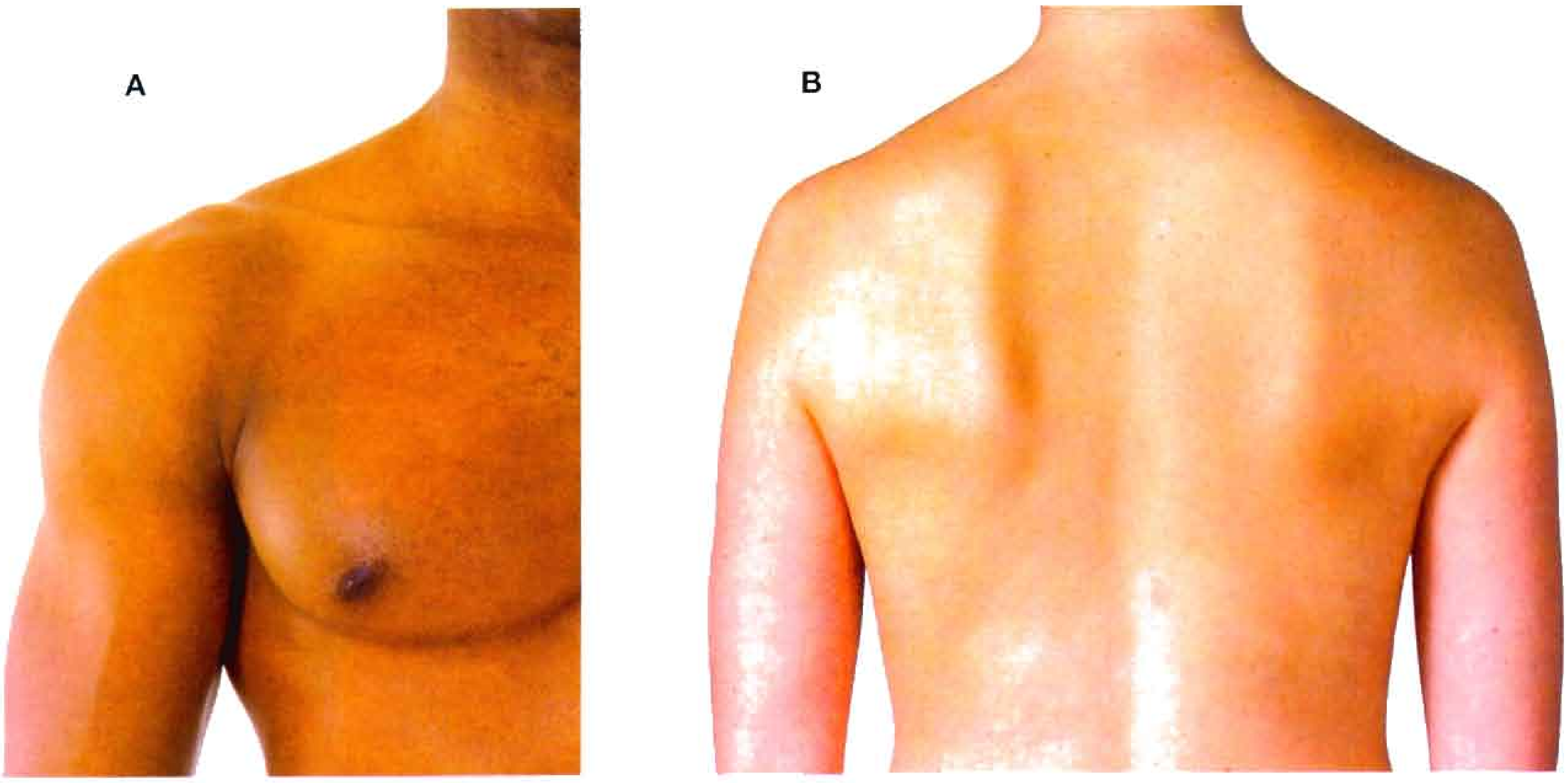


Fig. 7.111 Aspecto normal de la extremidad superior. **A.** Vista anterior de la axila y el hombro. **B.** Región posterior de la escápula.

Continúa

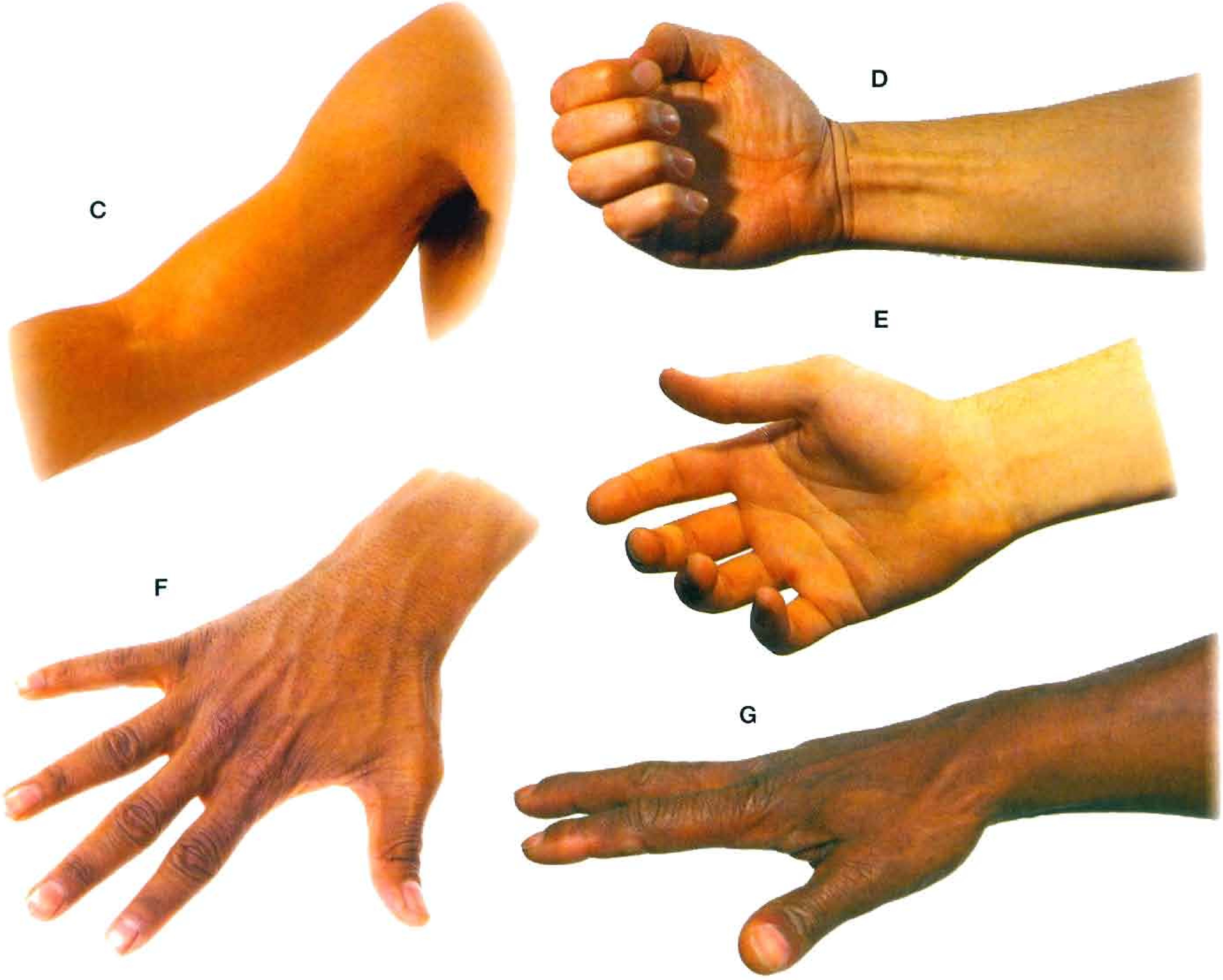


Fig. 7.111 *(cont.)* Aspecto normal de la extremidad superior. **C.** Fosa anterior del codo. **D** y **E.** Zona distal del antebrazo y palma de la mano. **F.** Zona distal del antebrazo y dorso de la mano. **G.** Vista lateral de la zona distal del antebrazo y la mano.

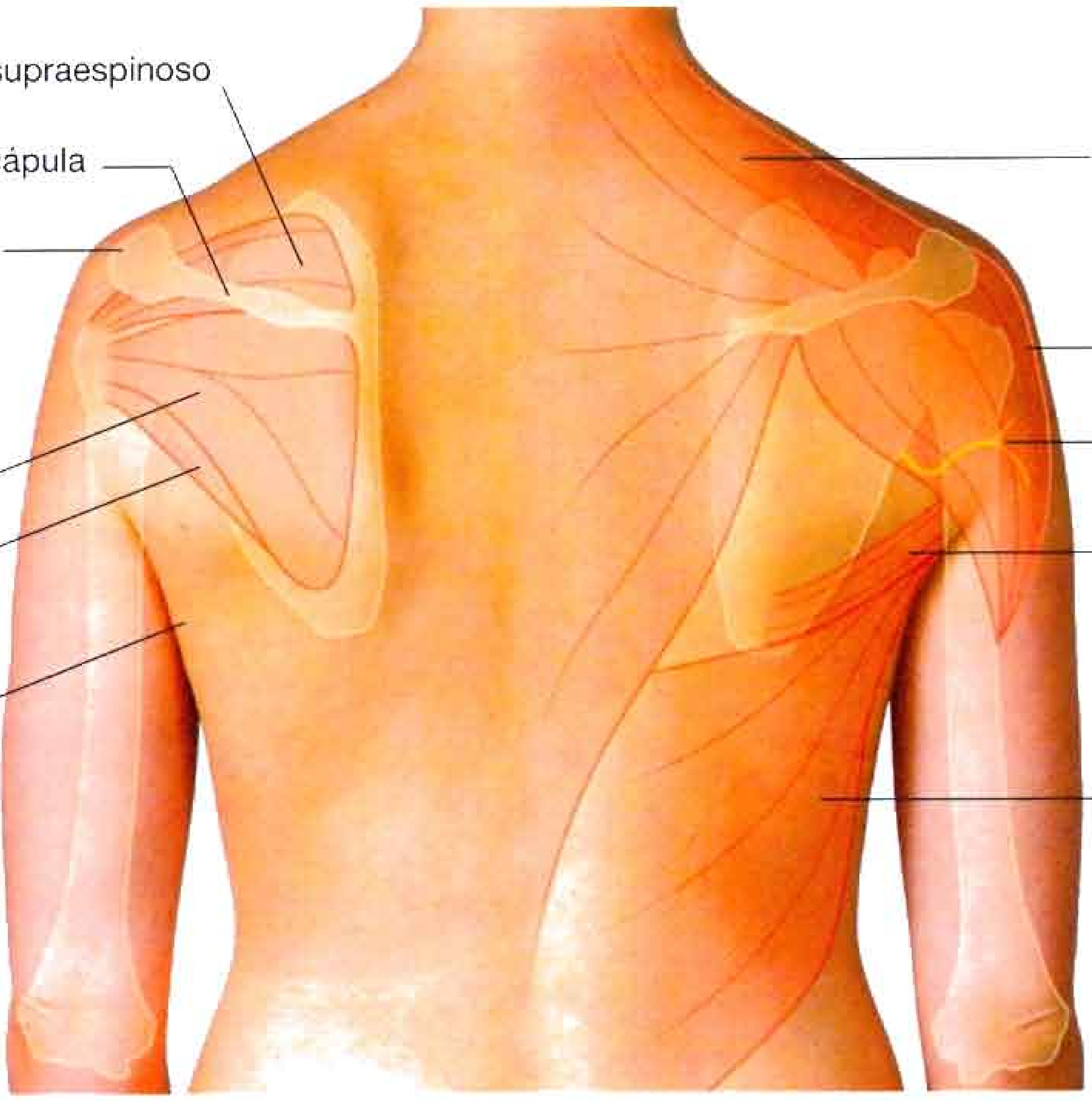


Fig. 7.112 Referencias óseas y músculos de la región posterior de la escápula. Vista posterior del hombro y de la espalda.

Visualización de la axila y localización del contenido y de las estructuras relacionadas

La entrada, la salida y las paredes de la axila se pueden delimitar utilizando los pliegues de la piel y palpando puntos óseos de referencia (fig. 7.113):

- El borde anterior de la entrada a la axila es la clavícula, que se puede palpar en toda su longitud. El límite lateral de la entrada se sitúa aproximadamente en el vértice de la apófisis coracoides, que se puede tocar inmediatamente por debajo del tercio lateral de la clavícula, y en profundidad al borde medial del músculo deltoides.
- El borde inferior de la pared axilar anterior es el pliegue cutáneo anterior de la axila, que se sitúa sobre el borde inferior del músculo pectoral mayor.
- El borde inferior de la pared posterior de la axila es el pliegue de piel posterior de la misma, que se encuentra sobre el borde del músculo redondo mayor en la zona lateral, y sobre el músculo dorsal ancho en la zona medial.
- La pared medial de la axila es la zona superior del músculo serrato anterior, que cubre la pared torácica. El nervio torácico largo sale de la axila siguiendo una dirección vertical, descendiendo por la superficie lateral del músculo serrato anterior, en una posición inmediatamente anterior al pliegue de piel posterior de la axila.
- El límite lateral de la axila es el húmero.
- El suelo de la axila es una zona de piel con forma de cúpula que se ubica entre los pliegues de piel anterior y posterior de la axila.

Los principales vasos sanguíneos, nervios y vasos linfáticos que discurren entre la extremidad superior y el tronco pasan por la axila.

La arteria axilar, la vena axilar y los componentes del plexo braquial atraviesan la axila y se dirigen al brazo por la zona lateral de la piel del suelo de la axila. Este paquete neurovascular se puede palpar colocando una mano sobre la piel del suelo y presionando lateralmente contra el húmero.

La vena cefálica discurre por la fascia superficial en un surco situado entre los músculos deltoides y pectoral mayor, y perfora la fascia profunda en el triángulo clavipectoral para drenar a la vena axilar.

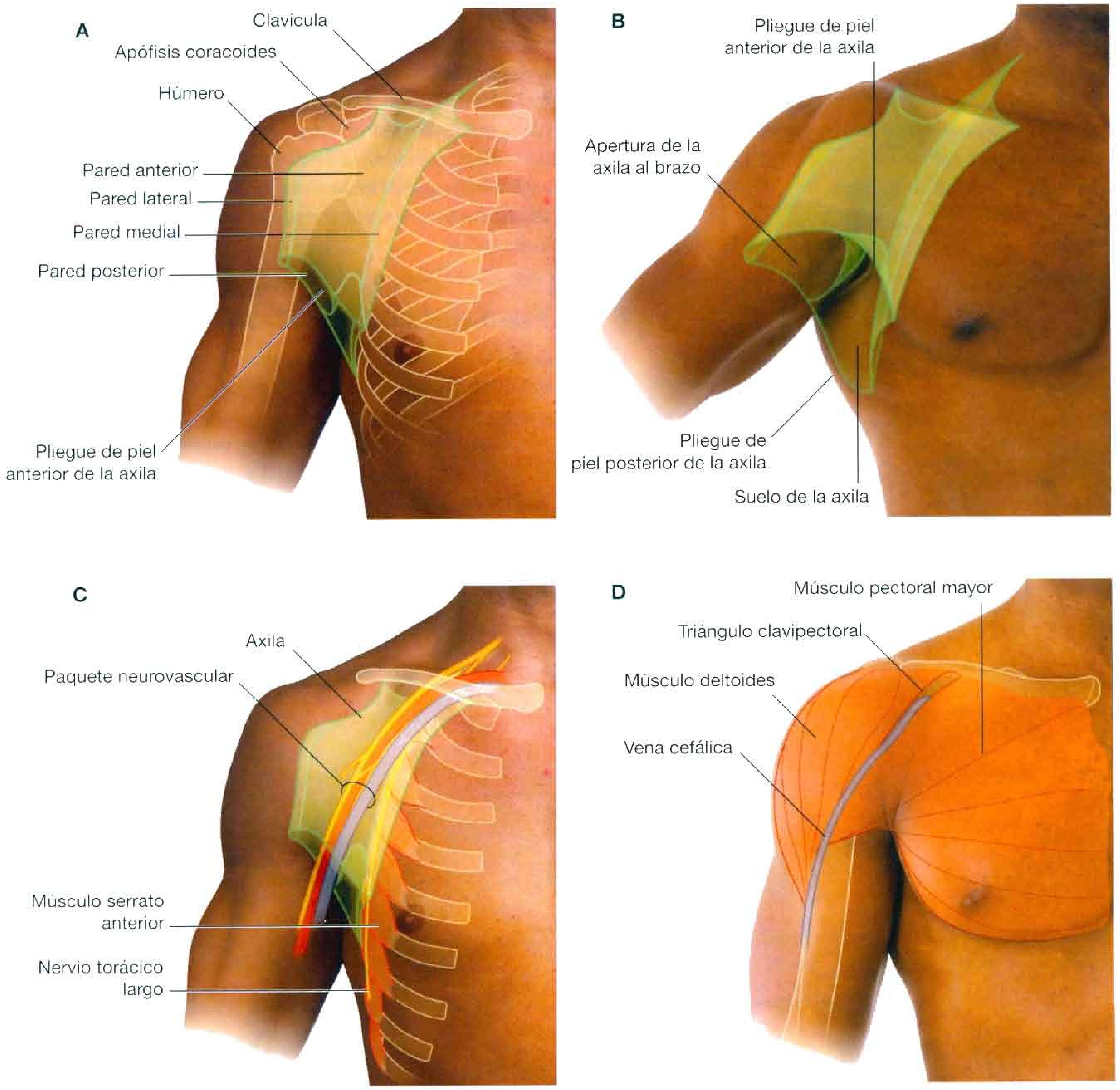


Fig. 7.113 Visualización de la axila y localización de su contenido y de las estructuras relacionadas. **A.** Zona anterior del hombro que muestra los pliegues y las paredes de la axila. **B.** Zona anterior del hombro que muestra la salida y el suelo de la axila. **C.** Vista anterior que muestra el paquete neurovascular de la axila y el nervio torácico largo. **D.** Vista anterior del hombro que muestra el triángulo clavipectoral con la vena cefálica.

Localización de la arteria braquial en el brazo

La arteria braquial se sitúa en la zona medial del brazo, en un surco entre los músculos bíceps braquial y tríceps braquial (fig. 7.114). El nervio mediano acompaña a la arteria braquial, mientras que el nervio cubital se separa en la zona distal para dirigirse en sentido posterior.

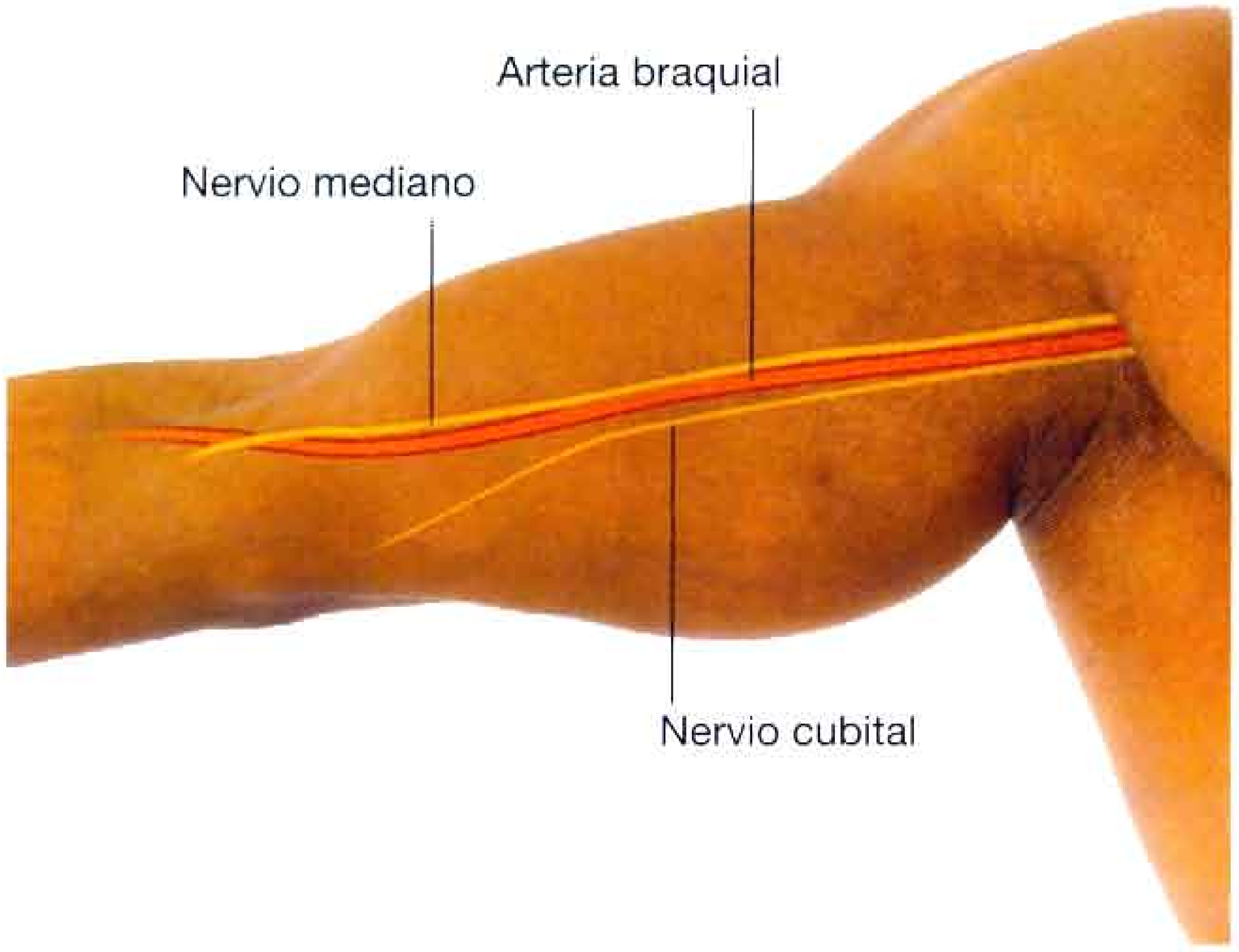


Fig. 7.114 Localización de la arteria braquial en el brazo (vista medial del brazo con la arteria braquial, el nervio mediano y el nervio cubital).

El tendón del tríceps braquial y la posición del nervio radial

El músculo tríceps braquial forma la masa de tejido blando posterior al húmero, y su tendón se inserta en el olécranon del cúbito, que es fácilmente palpable y forma la prominencia ósea del «vértice» del codo (fig. 7.115).

El músculo braquiorradial también se puede identificar como una masa muscular en la zona lateral del brazo. Es especialmente prominente cuando el antebrazo está en pronación media, flexionado contra resistencia en la articulación del codo, y se visualiza desde la parte anterior.

El nervio radial en la zona distal del brazo aparece por detás del húmero para situarse en profundidad al músculo braquiorradial.

Fosa del codo (visión anterior)

La fosa del codo se sitúa anterior a la articulación del codo y contiene el tendón del bíceps braquial, la arteria braquial y el nervio mediano (fig. 7.116).

La base de la fosa del codo es una línea imaginaria que pasa por los epicóndilos medial y lateral del húmero, ambos fácilmente palpables. Los bordes lateral y medial están formados por los músculos braquiorradial y pronador redondo, respectivamente. El borde del braquiorradial se puede identificar pidiendo al paciente que flexione contra resistencia el

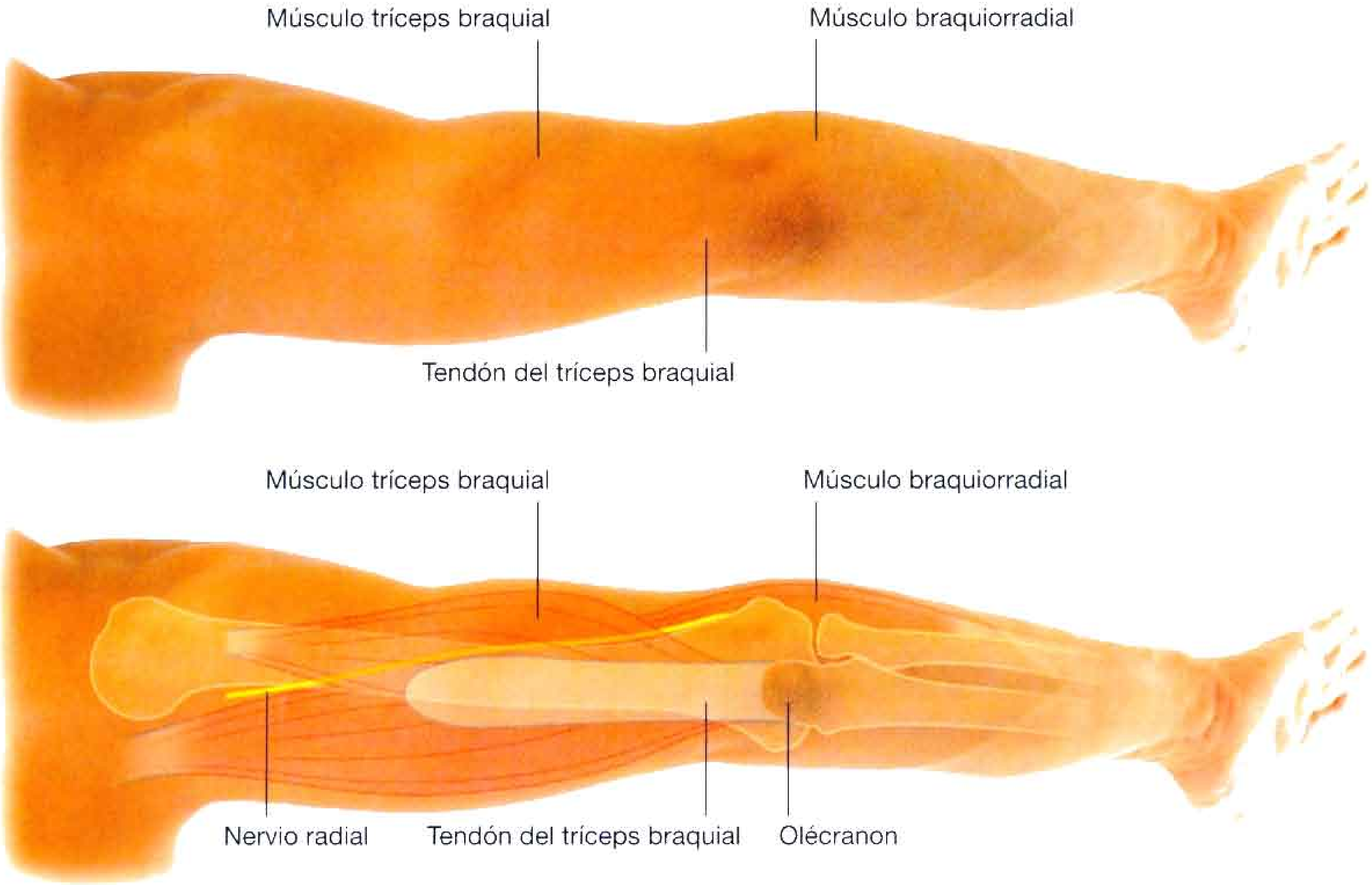
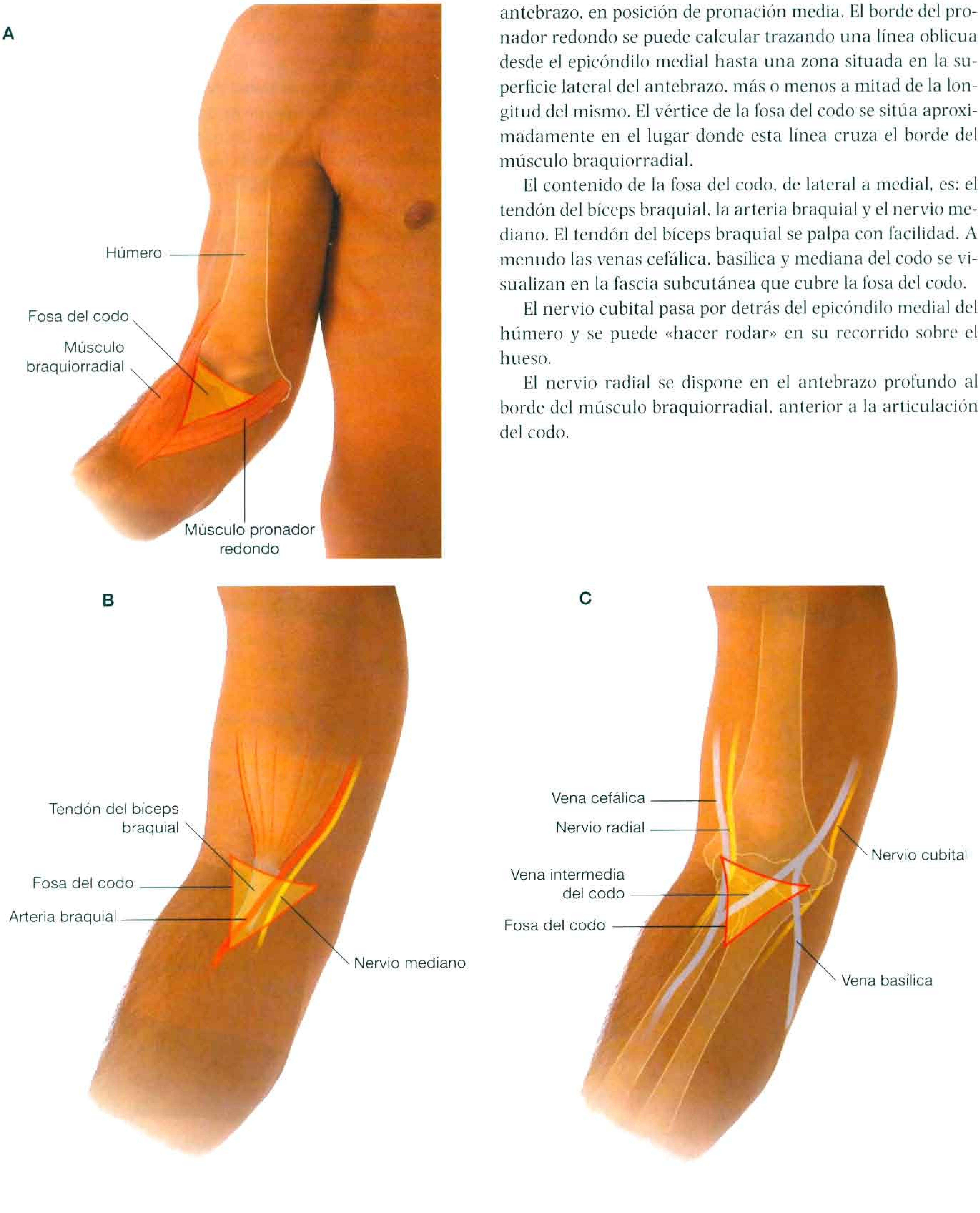


Fig. 7.115 Tendón del tríceps braquial y posición del nervio radial (vista posterior del brazo).



antebrazo, en posición de pronación media. El borde del pronador redondo se puede calcular trazando una línea oblicua desde el epicóndilo medial hasta una zona situada en la superficie lateral del antebrazo, más o menos a mitad de la longitud del mismo. El vértice de la fosa del codo se sitúa aproximadamente en el lugar donde esta línea cruza el borde del músculo braquiorradial.

El contenido de la fosa del codo, de lateral a medial, es: el tendón del bíceps braquial, la arteria braquial y el nervio mediano. El tendón del bíceps braquial se palpa con facilidad. A menudo las venas cefálica, basílica y mediana del codo se visualizan en la fascia subcutánea que cubre la fosa del codo.

El nervio cubital pasa por detrás del epicóndilo medial del húmero y se puede «hacer rodar» en su recorrido sobre el hueso.

El nervio radial se dispone en el antebrazo profundo al borde del músculo braquiorradial, anterior a la articulación del codo.

Fig. 7.116. A. Fosa del codo (vista anterior). **B.** Límites y contenido. **C.** Representación del nervio radial, el nervio cubital y las venas.

Identificación de los tendones y localización de los principales vasos y nervios de la zona distal del antebrazo

Los tendones que pasan desde el antebrazo a la mano se identifican con facilidad en la zona distal del antebrazo y pueden utilizarse como puntos de referencia para localizar los principales vasos y nervios.

En la cara anterior de la zona distal del antebrazo, los tendones de los músculos flexor radial del carpo, flexor cubital del carpo y palmar largo se pueden localizar con sencillez mediante palpación, o pidiendo al paciente que flexione la muñeca contra resistencia.

- El tendón del flexor radial del carpo se localiza, de manera aproximada, en la unión entre los tercios lateral y medio de una línea imaginaria trazada en sentido transversal por la zona distal del antebrazo. La arteria radial se sitúa inmediatamente lateral a este tendón, y es el sitio que se utiliza para determinar el pulso radial (fig. 7.117A).
- El tendón del flexor cubital del carpo se palpa con facilidad a lo largo del borde medial del antebrazo. Su inserción en el pisiforme también es palpable siguiendo el tendón hasta

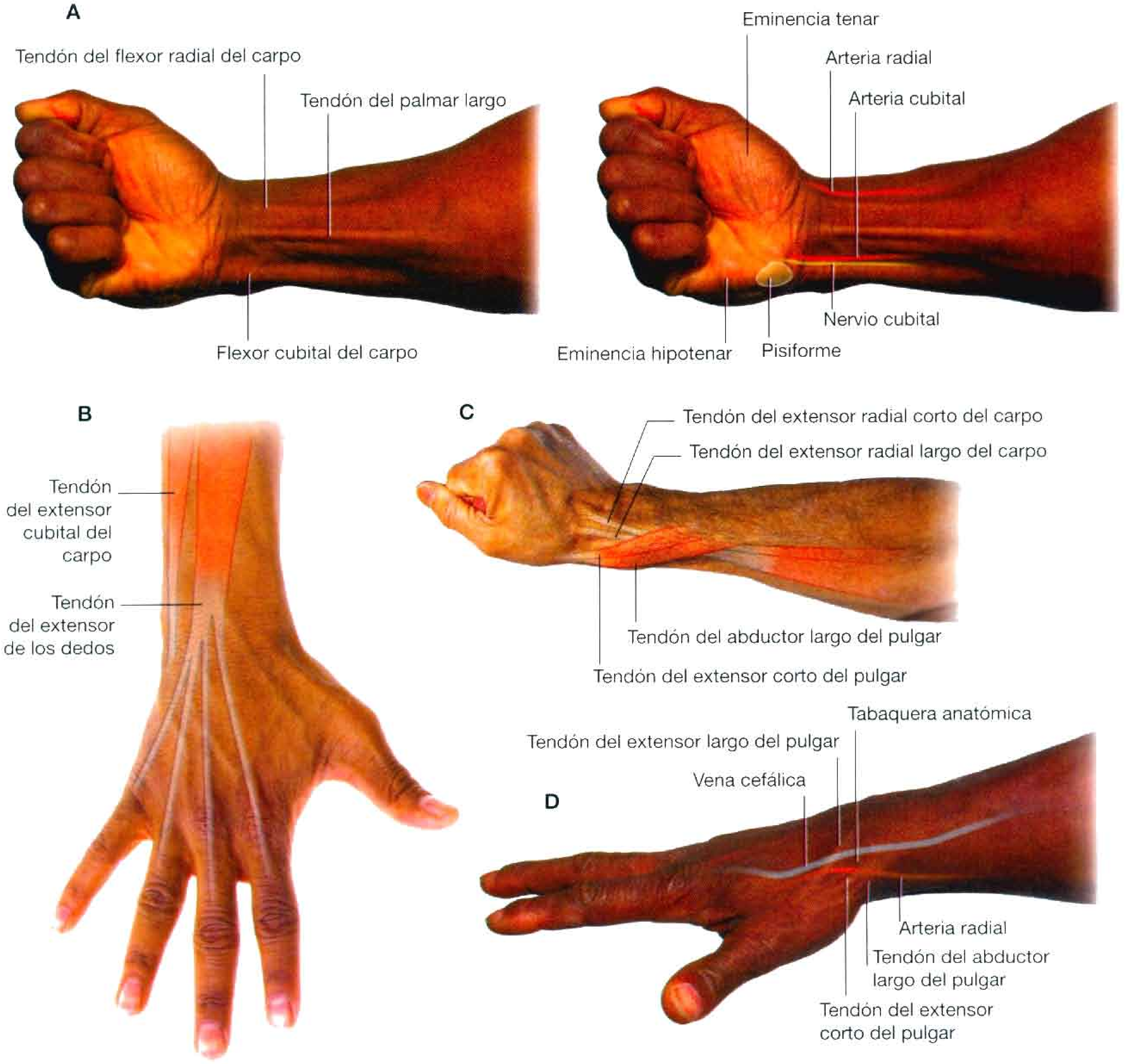


Fig. 7.117 Identificación de los tendones y localización de los principales vasos y nervios de la zona distal del antebrazo. **A.** Cara anterior de la parte distal del antebrazo y de la muñeca. **B.** Cara posterior de la parte distal del antebrazo y de la muñeca. **C.** Vista lateral de la cara posterior de la muñeca y del antebrazo. **D.** Tabaquera anatómica.

la base de la eminencia hipotenar de la mano. La arteria cubital y el nervio cubital se dirigen por la zona distal del antebrazo hacia la mano bajo el borde lateral del tendón del flexor cubital del carpo y laterales al hueso pisiforme.

- El tendón del palmar largo puede faltar, pero cuando está presente se sitúa medial al tendón del flexor radial del carpo y es especialmente prominente al flexionar la muñeca contra resistencia. El nervio mediano también es medial al tendón del flexor radial del carpo y se ubica bajo el tendón del palmar largo.
- Los tendones largos de los dedos de la mano se disponen profundos al nervio mediano y entre los tendones flexores largos de la muñeca. Su posición se puede identificar flexionando y extendiendo de forma rápida y repetida los dedos de medial a lateral.
- En la zona posterior y distal del antebrazo y de la muñeca, los tendones del extensor de los dedos (fig. 7.117B) se sitúan en la línea media y se irradian desde la muñeca a los dedos índice, medio, anular y meñique.
- Los extremos distales de los tendones de los músculos extensor radial largo del carpo y extensor radial corto del carpo se encuentran en la zona lateral de la muñeca (fig. 7.117C) y se hacen más prominentes si se cierra fuerte el puño y se extiende la muñeca contra resistencia.
- El tendón del extensor cubital del carpo se puede tocar en la zona más medial de la muñeca, entre el extremo distal del cúbito y la muñeca.
- La hiperextensión y abducción del pulgar pone de manifiesto la tabaquera anatómica (fig. 7.117D). El borde medial de esta zona triangular es el tendón del extensor largo del pulgar, que bordea el tubérculo dorsal del radio para dirigirse hacia el pulgar. El borde lateral está formado por los tendones del extensor corto del pulgar y el abductor largo del mismo. La arteria radial pasa por la tabaquera anatómica cuando discurre por la zona lateral de la muñeca para acceder al dorso de la mano, y perfora la base del primer interóseo dorsal para alcanzar la zona profunda de la palma de la mano. El pulso de la arteria radial se puede explorar en el suelo de la tabaquera anatómica, con la muñeca relajada. La vena cefálica cruza el techo de la tabaquera anatómica, y los ramos cutáneos del nervio radial se pueden identificar si se desplaza un dedo por el tendón del músculo extensor largo del pulgar.

Aspecto normal de la mano

En posición de reposo, la palma y los dedos de la mano tienen un aspecto característico. Los dedos se encuentran flexionados y forman una arcada. El dedo meñique es el que está más flexionado y el índice el que menos (fig. 7.118A). La yema del pulgar se dispone a 90° respecto de las yemas de los otros dedos.

La eminencia tenar se encuentra en la base del pulgar, y está formada por los músculos subyacentes. Una eminencia similar, la hipotenar, está presente en el borde medial de la palma, en la base del meñique. El aspecto de ambas eminencias, así como la posición de los dedos, se altera cuando se lesionan los nervios cubital y mediano.

Las principales venas superficiales de la extremidad superior comienzan en la mano, en el plexo venoso dorsal (fig. 7.118B), que se sitúa sobre los metacarpianos. La vena basílica se origina en la zona medial del plexo y la cefálica en la zona lateral.

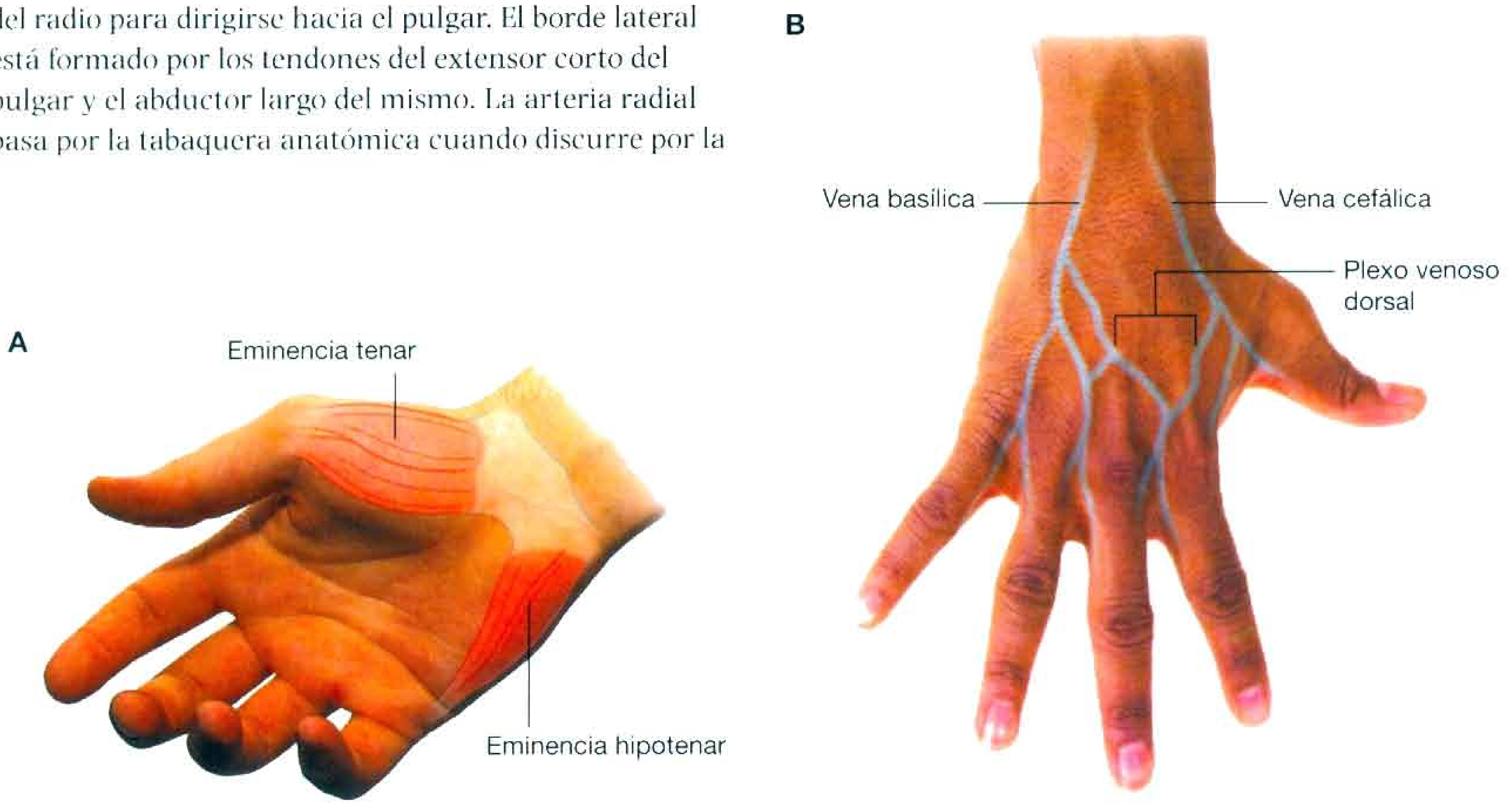


Fig. 7.118 Aspecto normal de la mano. **A.** Vista palmar que muestra las eminencias tenar e hipotenar y la arcada de los dedos. **B.** Vista dorsal que muestra el plexo venoso dorsal.

Posición del retináculo flexor y del ramo recurrente del nervio mediano

El borde proximal del retináculo flexor se puede determinar utilizando dos puntos óseos de referencia:

- El hueso pisiforme, que se puede palpar con facilidad en el extremo distal del tendón del flexor cubital del carpo.
- El tubérculo del escafoides, palpable en el extremo distal del tendón del flexor radial del carpo, cuando éste llega a la muñeca (fig. 7.119).

Una línea imaginaria trazada entre estos dos puntos señala el borde proximal del retináculo flexor. El borde distal del retináculo flexor se sitúa aproximadamente por debajo del punto donde el borde anterior de la eminencia tenar coincide con la eminencia hipotenar, cerca de la base de la palma.

El ramo recurrente del nervio mediano se sitúa profundo a la piel y a la fascia profunda que cubre el borde anterior de la eminencia tenar, cerca de la línea media de la palma.

Función motora de los nervios mediano y cubital en la mano

La capacidad de flexionar las articulaciones metacarpofalángicas al mismo tiempo que se extienden las articulaciones interfalángicas de los dedos depende completamente de los músculos intrínsecos de la mano (fig. 7.120A). La mayoría de estos músculos recibe la inervación del ramo profundo del nervio cubital, que transporta fibras del segmento medular (C8)T1.

La aducción de los dedos para agarrar un objeto situado entre ellos está a cargo de los músculos interóseos palmares, inervados por el ramo profundo del nervio cubital, que lleva fibras del segmento medular (C8)T1.

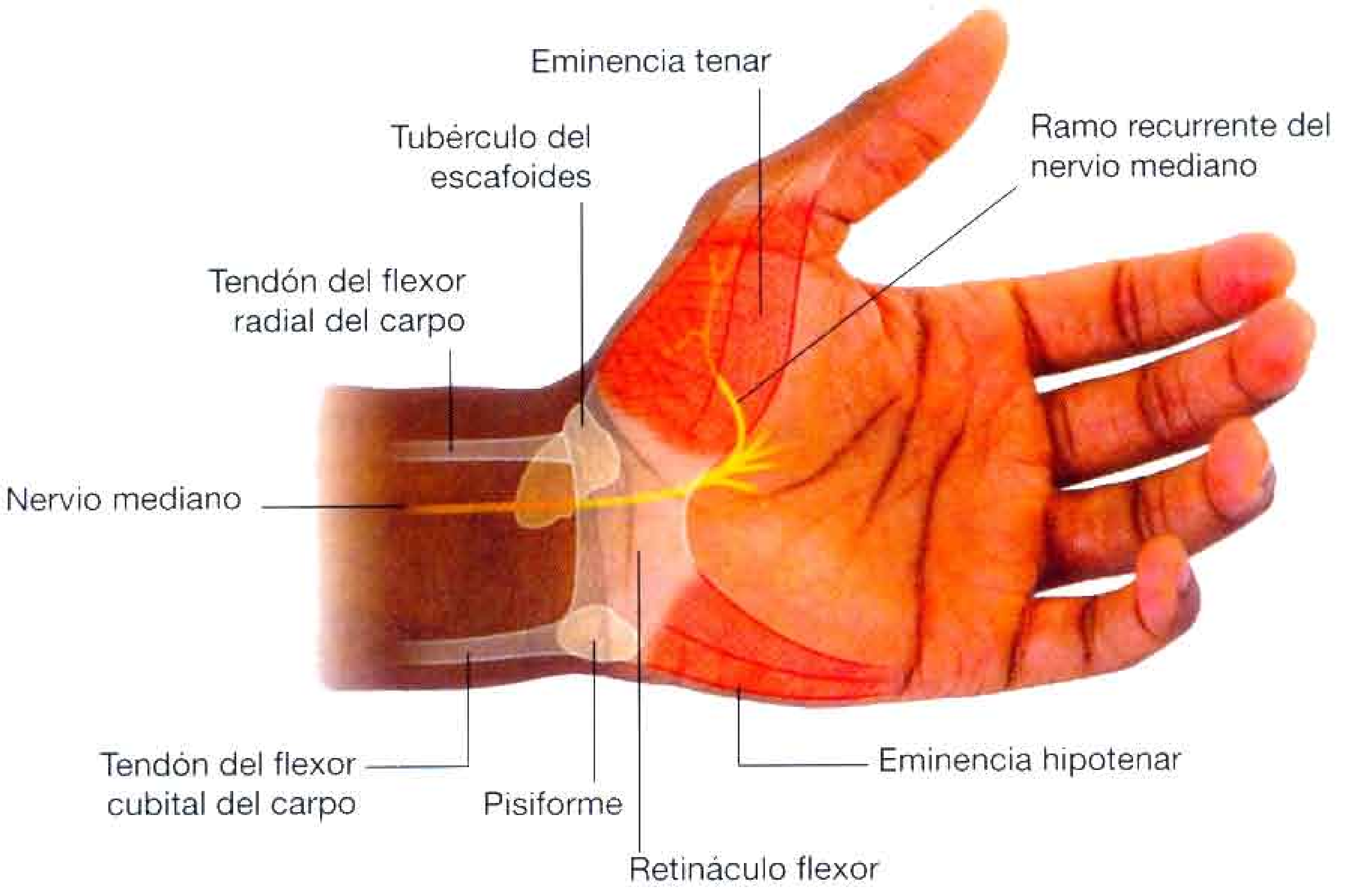


Fig. 7.119 Vista anterior de la mano que muestra la posición del retináculo flexor y del ramo recurrente del nervio mediano.

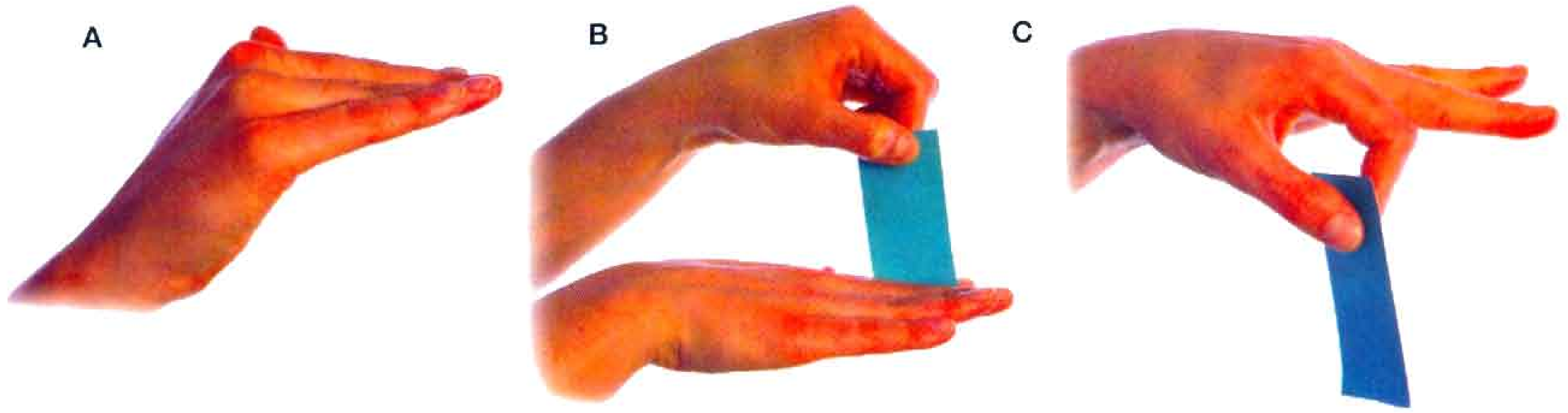


Fig. 7.120 Función motora de los nervios mediano y cubital en la mano. **A.** Flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y extensión de las articulaciones interfalángicas: la posición de «adiós». **B.** Agarre de un objeto entre los dedos. **C.** Agarre de un objeto entre la yema del pulgar y la del índice.

La capacidad de agarrar un objeto entre la yema del pulgar y la yema de otro de los dedos depende de la función normal de los músculos de la eminencia tenar, que están inervados por el ramo recurrente del nervio mediano que transporta fibras del segmento medular (C8)T1.

Visualización de la posición de los arcos palmares superficial y profundo

La posición de los arcos palmares superficial y profundo en la mano se puede determinar utilizando puntos óseos de referencia, eminencias musculares y los surcos de la piel (fig. 7.121).

- El arco palmar superficial comienza como una continuación de la arteria cubital, que se sitúa lateral al hueso pisiforme en la muñeca. El arco se curva en sentido lateral cruzando la palma, anterior a los tendones flexores largos de la mano. Alcanza en su zona más distal el surco transverso proximal de la piel de la palma, y termina en la zona lateral uniéndose a un vaso de tamaño variable, que procede de la arteria radial en la zona distal del antebrazo, y cruza la eminencia tenar.
- El arco palmar profundo se origina en la zona lateral de la palma, profundo a los tendones flexores largos, y entre los extremos proximales del I y II metacarpiano. Se curva en sentido medial, cruzando la palma de la mano. Termina uniéndose a la rama profunda de la arteria cubital, que pasa por la base de los músculos de la eminencia hipotenar y entre el pisiforme y el gancho del ganchoso. El arco palmar profundo se sitúa más proximal en la mano que el arco palmar superficial. Se localiza aproximadamente en un punto intermedio entre el surco de piel distal de la muñeca y el surco de piel transverso proximal de la palma.

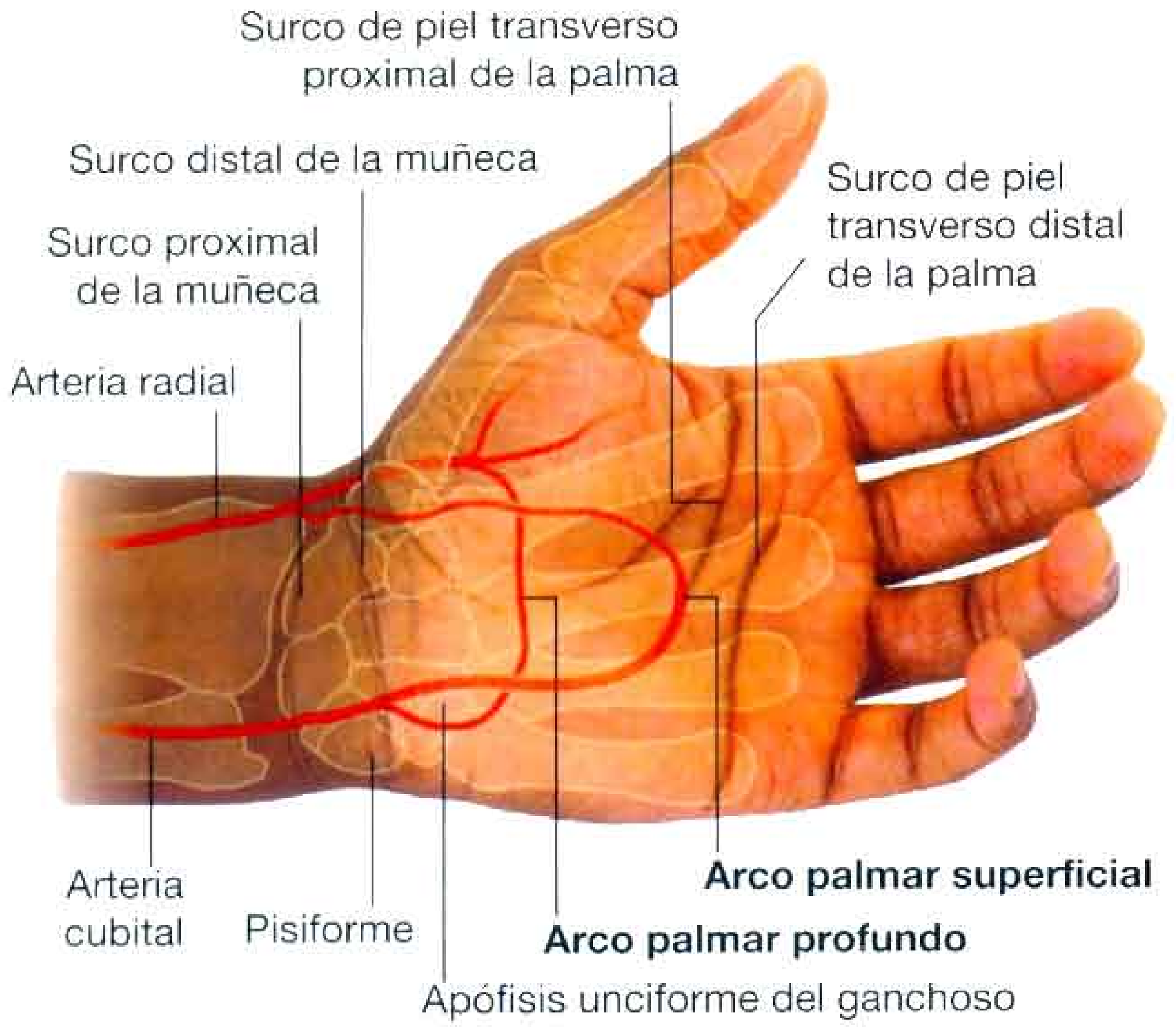


Fig. 7.121 Posición de los arcos palmares superficial y profundo. Se señalan el surco cutáneo transverso proximal de la palma y el surco distal de la muñeca; los arcos superficial y profundo se ven por transparencia. También se muestra la posición del pisiforme y del gancho del ganchoso.

Puntos de exploración del pulso periférico

Los pulsos periféricos se pueden palpar en seis puntos en la extremidad superior:

- Pulso axilar: la arteria axilar se sitúa en la axila lateral al vértice de la cúpula de piel que cubre el suelo de la axila (fig. 7.122A).
- Pulso braquial en la mitad del brazo: la arteria braquial se localiza en la cara medial del brazo, en un surco entre los músculos bíceps braquial y tríceps braquial. Ésta es la posición en la que se coloca el manguito para medir la presión arterial (fig. 7.122B).
- Pulso braquial en la fosa del codo: la arteria braquial se ubica medial al tendón del músculo bíceps braquial. Ésta es la posición donde se coloca el estetoscopio para auscultar el pulso cuando se mide la presión arterial (fig. 7.122B).
- Pulso radial en la zona distal del antebrazo: la arteria radial se dispone inmediatamente lateral al tendón del músculo flexor radial del carpo. Éste es el lugar más frecuente para «tomar el pulso».
- Pulso cubital en la zona distal del antebrazo: la arteria cubital se sitúa justo debajo del borde lateral del tendón del flexor cubital del carpo y proximal al pisiforme.
- Pulso radial en la tabaquera anatómica: la arteria radial se localiza en la zona lateral de la muñeca, entre los tendones del extensor largo del pulgar y los tendones del extensor corto del pulgar y del abductor largo del pulgar.

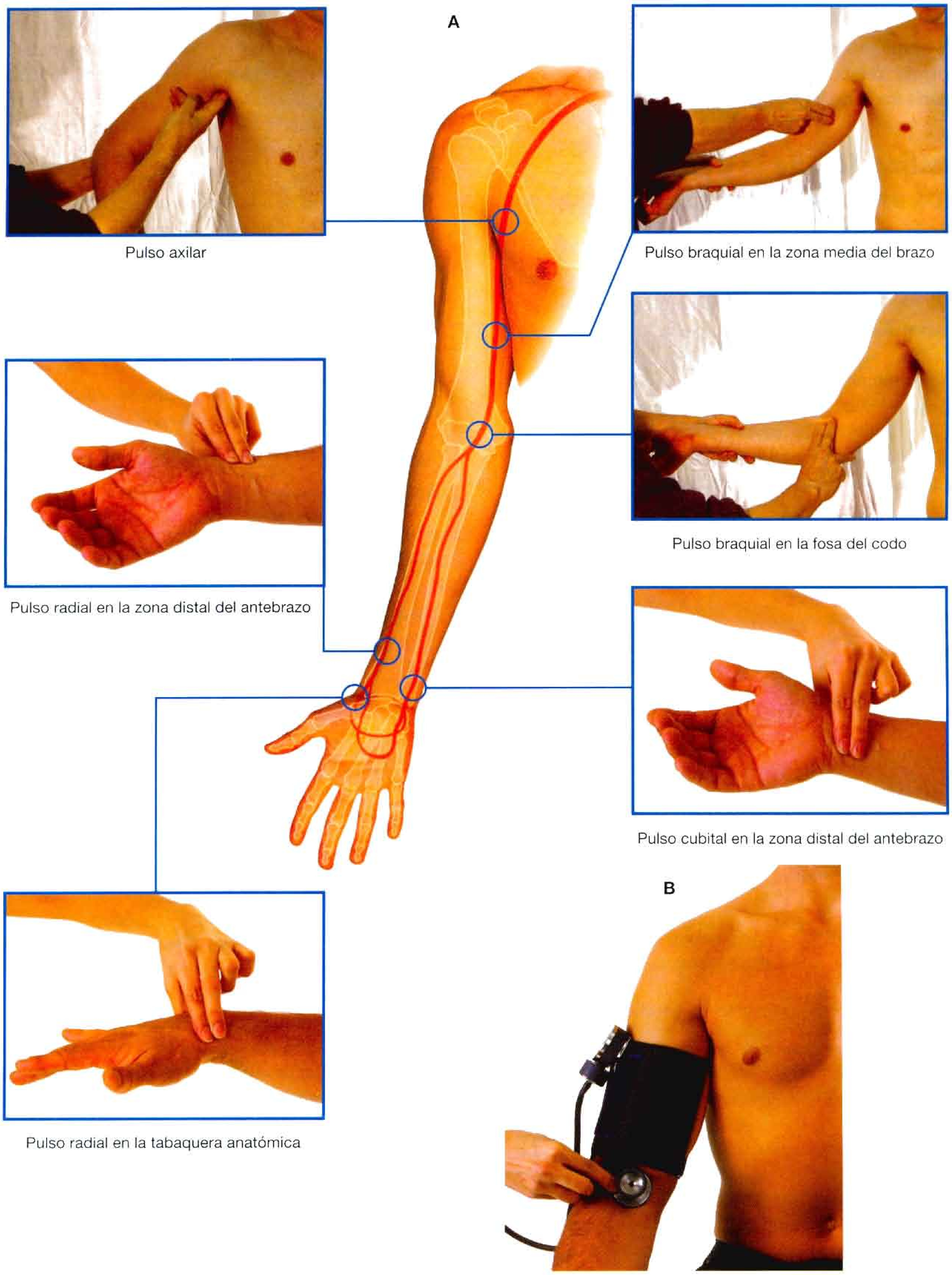


Fig. 7.122 Lugares donde se explora el pulso arterial periférico en la extremidad superior. **A.** Puntos donde se palpa el pulso. **B.** Colocación del manguito y del estetoscopio para determinar la presión arterial.

Casos clínicos

Caso 1

Problema en el hombro después de una caída con la mano extendida

Un varón de 45 años se presentó con dolor y debilidad en su hombro derecho. El dolor comenzó aproximadamente 6 meses antes, después de una caída con la mano extendida. El paciente refería tener algunas molestias poco intensas en el hombro, sin otros síntomas específicos. No presentaba ningún otro problema de salud.

En la exploración del hombro había una marcada atrofia de los músculos de las fosas supraespinosa e infraespinosa. El paciente tenía dificultad para iniciar la abducción y mostraba debilidad en la rotación lateral del húmero.

Los músculos atrofiados eran el supraespinoso y el infraespinoso. La razón de la atrofia era el desuso.

La atrofia muscular se produce por diversos motivos. La atrofia por desuso es una de las causas más frecuentes. Entre los ejemplos de atrofia por desuso se encuentra la pérdida de masa muscular después de la inmovilización de una fractura con una escayola. También se puede ver lo contrario: cuando se produce un exceso de uso, los músculos se hipertrofian.

Los músculos supraespinoso e infraespinoso están inervados por el nervio supraescapular (C5, C6), que se origina en el tronco superior del plexo braquial. Puesto que sólo estaban afectados estos músculos, lo más probable es que la atrofia muscular estuviese producida por desnervación. La desnervación puede ser consecuencia de una sección directa del nervio, de la compresión del mismo, o de un efecto farmacológico en el nervio.

El lugar típico de compresión del nervio supraescapular es la escotadura espinoglenoidea (escotadura escapular mayor), en el borde lateral de la espina de la escápula, adyacente a la articulación glenohumeral. La escotadura está rodeada de tejido blando, lo que la convierte en un espacio cerrado por el que pasa el nervio supraescapular.

Aparentemente, el traumatismo leve del paciente lesionó el rodete glenoideo fibrocartilaginoso, lo que permitió la formación de un quiste que pasó por el borde anterosuperior de la escápula para entrar en la escotadura espinoglenoidea. El quiste se extendió hacia arriba, comprimiendo el nervio supraescapular.

La extirpación quirúrgica del rodete glenoideo lesionado mejoró los síntomas del paciente.

Caso 2

Escápula alada

Una mujer de 57 años fue sometida a una mastectomía derecha debido a un cáncer de mama. En el informe de la cirugía se reflejaba que se había extirpado todo el tejido mamario, incluido el proceso axilar. Además se había realizado una disección de todos los ganglios linfáticos de la axila, junto con la grasa que los rodeaba. La paciente tuvo una recuperación sin complicaciones.

En la primera visita de seguimiento, el marido de la paciente comentó al cirujano que había aparecido una «espina» ósea en la espalda. El cirujano, intrigado, le pidió que le mostrara esta espina. En la exploración se apreciaba que la espina correspondía al ángulo inferior de la escápula, que formaba una prominencia en la parte posterior. Si se elevaban los brazos se acentuaba esta estructura.

El borde medial de la escápula aparecía muy marcado y se apreciaba cierta pérdida de masa del músculo serrato anterior, que se inserta en el vértice de la escápula.

El nervio dirigido a este músculo estaba lesionado.

Durante la cirugía de la axila, se había lesionado el nervio torácico largo en su recorrido descendente por la región lateral de la pared torácica, en la superficie externa del serrato anterior, justo por debajo de la piel y de la fascia subcutánea.

Aunque es poco probable que la paciente mejorase, puesto que el nervio se ha seccionado, quedó satisfecha al tener una explicación adecuada de la procedencia de la «espina».

Caso 3

Bloqueo nervioso del plexo braquial
Un cirujano quería realizar una intervención complicada en la muñeca de un paciente y consultó con el anestesista si se podía «dormir» todo el brazo, estando el paciente despierto. En 20 minutos el anestesista lo había conseguido mediante la inyección de 10 ml de anestesia local en la axila. El cirujano realizó la operación y el paciente no sintió dolor en absoluto.

La anestesia se inyectó en la vaina axilar.

Sería prácticamente imposible anestesiar la muñeca en el antebrazo, porque la anestesia tendría que inyectarse de forma precisa alrededor de los nervios cubital, mediano y radial. Además, todos los ramos cutáneos del antebrazo se tendrían que anestesiar de forma individual, lo que supondría emplear mucho tiempo, y probablemente sólo se conseguiría una anestesia parcial.

Los nervios de la extremidad superior se originan en el plexo braquial, que rodea la arteria axilar en la axila. Un hecho destacado es que la arteria axilar, la vena axilar y el plexo braquial están envueltos por un manguito de fascia, que se denomina vaina axilar. Si se inyecta la anestesia en el espacio rodeado por la vaina axilar, todos los nervios del plexo braquial quedan anestesiados.

Si el paciente coloca el brazo en abducción y rotación lateral (la palma detrás de la cabeza), se puede palpar fácilmente la arteria axilar, y por tanto localizar la posición de la vaina axilar. Una vez que se identifica la arteria axilar, se coloca una pequeña aguja a ambos lados de la arteria y se inyecta anestesia local. El anestésico se difundirá por la vaina axilar en esta región. El plexo braquial que rodea la arteria axilar será anestesiado de forma completa, y se conseguirá así un «bloqueo» anestésico local eficaz.

El paciente preguntó si podría haber alguna complicación.

Las posibles complicaciones son que la aguja se clave directamente en los ramos del plexo braquial, una lesión de la arteria axilar, y la inyección intraarterial de la anestesia de forma accidental. Por fortuna, estas complicaciones son infrecuentes en manos experimentadas.

Caso 4

Complicación de una fractura de la primera costilla
Una joven de 25 años sufrió un accidente de tráfico y cayó de su motocicleta. Cuando llegó a urgencias se encontraba inconsciente. Se realizaron varias exploraciones y pruebas, entre las que se incluyó una radiografía de tórax. El médico que la atendió apreció una fractura compleja de la primera costilla izquierda.

Muchas estructuras esenciales de la extremidad superior pasan sobre la I costilla.

Es fundamental explorar los nervios que inervan el brazo y la mano, aunque resulta extremadamente difícil en un paciente inconsciente. No obstante, algunos de los reflejos musculares se pueden explorar percutiendo con un martillo de reflejos. También es posible explorar la respuesta al dolor en un paciente que tenga alterado el nivel de conciencia. Es necesario palpar el pulso de las arterias axilar, braquial, radial y cubital, puesto que una fractura de la primera costilla puede seccionar e interrumpir la arteria subclavia, que pasa sobre esta costilla.

Se insertó de inmediato un drenaje torácico, puesto que el pulmón estaba colapsado. La primera costilla fracturada había dañado las pleuras visceral y parietal, lo que permitía que el aire del pulmón lesionado se escapara a la cavidad pleural. El pulmón colapsado, así como la cavidad pleural llena de aire, habían alterado la función pulmonar.

Se insertó un tubo de drenaje torácico entre las costillas y se drenó el aire para expandir el pulmón.

La primera costilla es una estructura profunda, situada en la base del cuello. No es infrecuente que las costillas se fracturen durante traumatismos leves, incluidas las lesiones deportivas. Sin embargo, la primera costilla, ubicada en la base del cuello, está rodeada de músculos y tejidos blandos que le aportan una protección considerable. Por tanto, un paciente que haya tenido una fractura de la primera costilla, ha sufrido sin duda un traumatismo de alta energía, que suele deberse a lesiones por desaceleración. Es preciso descartar la presencia de otras lesiones y tratar al paciente considerando la posibilidad de lesiones de las estructuras profundas del cuello y del mediastino.

Caso 5

Síndrome del túnel del carpo

Una joven de 25 años consultó a un cirujano especialista de la mano, debido a que sentía adormecimiento y hormigueo en el pulgar y en los dedos índice y medio. Cuando el cirujano exploró a la paciente, apreció una atrofia de los músculos de la eminencia tenar, falta de abducción del pulgar en la articulación metacarpofalángica y ausencia de la oposición del pulgar.

La joven fue diagnosticada de parálisis del nervio mediano. Los hallazgos clínicos eran graves e indicaban una lesión de dicho nervio.

Una exploración más detallada no mostró anomalías ni alteraciones en la función de los músculos flexores del antebrazo.

El cirujano sospechó que la lesión del nervio se localizaba en la muñeca. La paciente no refería ningún antecedente de traumatismo en la misma ni se quejaba de molestias locales. El cirujano percutió en la región del retináculo flexor con su dedo índice; esta maniobra incrementó el adormecimiento y hormigueo de los dedos laterales de la paciente (signo de Tinel).

Estos hallazgos clínicos son los típicos del síndrome del túnel del carpo. El nervio mediano, junto con los tendones del flexor profundo de los dedos y del flexor superficial de los dedos, pasa por debajo del retináculo flexor en el túnel del carpo. Esta paciente tenía una pequeña bolsa sinovial procedente de las articulaciones del carpo, que había aumentado de tamaño. A medida que crecía, comprimía el contenido del túnel del carpo, incluido el nervio mediano, lo que producía los signos y los síntomas.

La paciente recibió el siguiente tratamiento: bajo bloqueo anestésico del plexo braquial, se realizó una incisión sencilla para seccionar el retináculo flexor y liberar la presión en el túnel del carpo.

La exploración de la paciente 6 semanas después mostró un claro aumento de la masa muscular y la desaparición de los síntomas de la mano.

Caso 6

Inmovilización del extensor de los dedos

Después de una dura jornada de estudio, dos alumnos de medicina quedaron para tomar un café. El más veterano de los dos le dijo al de primer año que apostaba 50 dólares a que no podría levantar una caja de cerillas con un dedo. El estudiante de primer año colocó los 50 dólares en la mesa y aceptó la apuesta. El más veterano pidió al de primer año que cerrara el puño y lo colocara con la palma hacia abajo, de modo que las falanges medias de los dedos estuvieran en contacto con la barra. Después le dijo que extendiera el dedo medio, de modo que quedase estirado, mientras que las falanges medias de los dedos índice, anular y meñique seguían apoyadas en la superficie de la barra.

Colocó la caja de cerillas sobre la uña del dedo medio del estudiante de primer año y le pidió que la elevara. El estudiante de primer año no fue capaz de hacerlo, y perdió la apuesta.

La extensión de los dedos índice, medio, anular y meñique se realiza por el músculo extensor de los dedos.

Si se cierra el puño con la palma hacia abajo y se coloca en una mesa mientras se presionan las falanges medias contra la misma, se inmoviliza la acción de este músculo. Por tanto, el estudiante de primer año era incapaz de elevar el dedo medio (que era el que estaba estirado). Se debe recordar que si se realiza el mismo procedimiento siendo el dedo índice o el meñique los que quedan libres para moverse, sí podrá realizarse el movimiento. Esto se debe a que la extensión de estos dos dedos no sólo se realiza por el músculo extensor de los dedos, sino que también poseen un extensor del índice y un extensor del meñique, capaces de ejecutar esta función.

Caso 7

Rotura del tendón del supraespinoso

Una mujer de 70 años consultó a un traumatólogo por dolor en el hombro derecho e incapacidad para iniciar la abducción del hombro. La exploración mostró pérdida de masa muscular en la fosa supraespinosa. El músculo supraespinoso estaba lesionado.

La abducción del húmero en la articulación glenohumeral se inicia por el músculo supraespinoso. Una vez que se han abducido los primeros 10-15°, el músculo deltoides continúa el movimiento. La paciente era capaz de abducir el brazo si descendía e inclinaba la articulación glenohumeral hacia abajo, de modo que conseguía una ventaja mecánica para el deltoides.

Caso 7 *(cont.)*

La pérdida de la masa muscular en la fosa supraespinosa sugiere atrofia muscular.

La atrofia muscular se produce cuando un músculo no se utiliza. El traumatólogo pensó que se trataba de una rotura del tendón del supraespinoso por debajo del acromion. Si esto hubiera ocurrido, el músculo se habría atrofiado.

El diagnóstico se confirmó mediante una ecografía.

Se sentó a la paciente en un taburete y se le descubrió el hombro derecho. Se colocó su mano sobre la nalga derecha. Esta posición consigue una rotación lateral y extensión del hombro, de modo que el tendón del supraespinoso queda expuesto para realizar la ecografía. La imagen mostró una rotura completa del tendón, y la presencia de líquido libre en la bolsa subacromial subdeltoidea (fig. 7.123). La paciente fue sometida a una reparación quirúrgica y consiguió una buena recuperación.

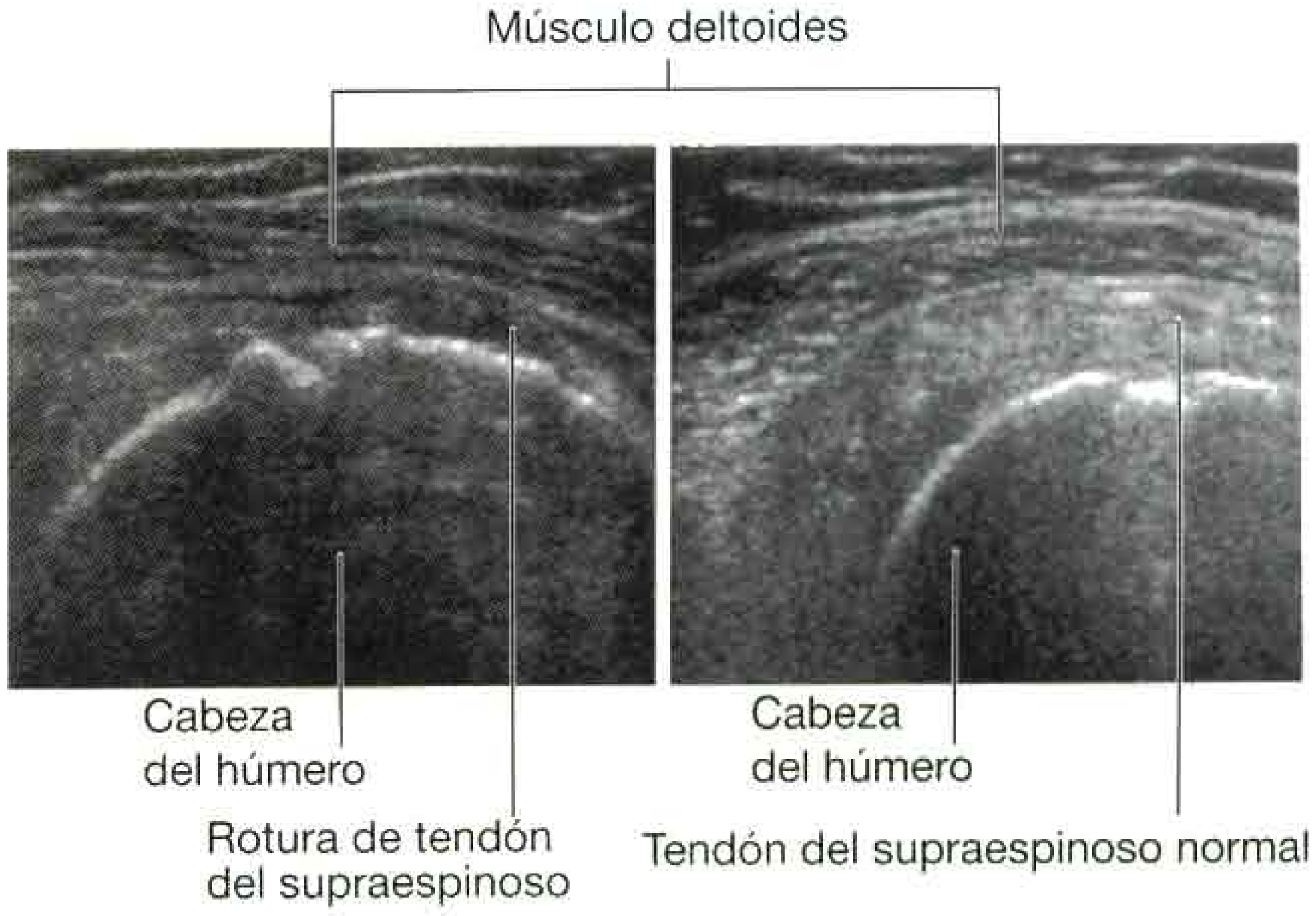


Fig. 7.123 Ecografía que muestra una rotura completa del tendón supraespinoso con líquido en la bolsa subacromial subdeltoidea.

Caso 8

Cómo explorar la mano

Se pidió a un residente que realizara una exploración clínica de la mano de un paciente. El residente examinó lo siguiente:

Sistema musculoesquelético

El sistema musculoesquelético está formado por los huesos, las articulaciones, los músculos y los tendones. El residente observó si había anomalías y atrofias musculares. Si se conocen las zonas atrofiadas, se puede identificar el nervio que las inerva. Palpó cada uno de los huesos y también el escafoides en la muñeca con desviación cubital. Exploró asimismo los movimientos de las articulaciones, puesto que éstos pueden verse limitados en las enfermedades articulares o si no se puede producir la contracción muscular.

Circulación

Es necesario palpar los pulsos radial y cubital. El residente examinó el relleno capilar para comprobar la adecuada perfusión de la mano.

Exploración de los nervios

Se deben explorar los tres nervios principales de la mano:

Nervio mediano

El nervio mediano inerva la piel de la cara palmar de los tres dedos laterales y la mitad lateral del cuarto, la cara dorsal de las falanges distales y la mitad de las falanges medias de los mismos dedos, así como una extensión variable de la cara radial de la palma de la mano. La lesión del nervio mediano produce atrofia de la eminencia tenar, ausencia de la abducción del pulgar y ausencia de la oposición de este mismo dedo.

Nervio cubital

El nervio cubital inerva la piel de las superficies anterior y posterior del meñique y la cara cubital del anular, la piel de la eminencia hipotenar y una franja similar de piel en la zona posterior. Algunas veces el nervio cubital inerva toda la piel del anular y la cara cubital del dedo medio.

La parálisis del nervio cubital produce atrofia de la eminencia hipotenar, ausencia de flexión de las articulaciones interfalángicas distales de los dedos meñique y anular, y ausencia de la abducción y aducción de los dedos. El pulgar no se afecta.

Nervio radial

Este nervio inerva una pequeña superficie de piel sobre la cara lateral del I metacarpiano y el dorso del primer espacio interdigital.

El nervio radial también produce la extensión de la muñeca, de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas y de los dedos.

Una exploración sencilla debe incluir pruebas para comprobar la función del nervio mediano mediante la oposición del pulgar, del nervio cubital mediante la abducción de los dedos, y del nervio radial mediante la extensión de la muñeca y de los dedos y mediante la sensibilidad en el dorso del primer espacio interdigital.

10 preguntas cortas

1. **P: Un joven resultó implicado en una pelea y golpeó a otra persona en el mentón. Cuando el joven fue atendido en el servicio de urgencias, parecía que había perdido el quinto nudillo de su mano derecha.**

   R: Esta lesión se denomina «fractura del boxeador» y se suele asociar a traumatismos por puñetazo. Lo típico es que exista una línea oblicua de fractura por el cuello del V metacarpiano. La angulación de la fractura se hace más evidente cuando se cierra el puño, de modo que la prominencia del nudillo no aparece («el nudillo caído»).

2. **P: Antes de pasar a un paciente de la mesa de quirófano a la cama, se colocan unos palos en los bordes de una lona doble para elevar al paciente. Uno de los auxiliares del quirófano se dio cuenta de que al deslizar el palo por la lona, se golpeó el codo del paciente. Al despertar, éste presentó una parálisis completa del nervio cubital. ¿Qué había pasado?**

   R: Se trata de una lesión descrita que se produce en los quirófanos, y la mayoría de los auxiliares de quirófano están atentos para evitar que ocurra. El palo golpea la zona medial del codo, comprimiendo el nervio cubital en el epicóndilo medial. El paciente se presenta con los datos típicos de una parálisis del nervio cubital en el codo: anestesia del meñique y de la mitad cubital del anular, debilidad y atrofia de los músculos de la eminencia hipotenar, pérdida de la función del cuarto y quinto lumbricales que produce la disposición en garra del dedo anular y el meñique, pérdida de la aducción de la muñeca y de la acción de los músculos interóseos.

3. **P: Al ponerse un jersey, un paciente se enganchó su dedo índice en la manga. Cuando lo liberó no podía extender la articulación interfalángica distal. ¿Qué ha pasado?**

   R: El paciente tiene la típica deformidad del «dedo en martillo». Se ha producido una avulsión del tendón extensor del dorso de la base de la falange distal. Se debe realizar una radiografía para excluir que exista una avulsión de un fragmento óseo, que en algunos casos se puede reparar quirúrgicamente. Al paciente se le entablilló el dedo para mantenerlo estirado, y se consiguió una buena recuperación funcional.

4. **P: Después de una luxación del hombro izquierdo, un paciente refería que tenía una zona dormida en el brazo, que coincidía con la zona «donde se colocan los distintivos militares». ¿Por qué?**

   R: La luxación del húmero puede producir una lesión por aplastamiento del nervio axilar cuando éste pasa por el espacio cuadrangular hacia la axila. La zona sensitiva que inerva el nervio axilar se encuentra en la zona inferior del músculo deltoides, en la zona llamada «de los distintivos militares».

5. **P: Se pidió a un estudiante de medicina que explorase la mano de un paciente. El estudiante notó que había una pérdida de la función motora fina con anestesia del borde medial del antebrazo y del codo. ¿Qué nervio estaba implicado?**

   R: El estudiante de medicina estaba sorprendido porque la zona de anestesia no coincidía con la distribución de los nervios cubital, radial ni mediano. Una radiografía de tórax demostró que había un gran tumor en la zona de la primera costilla, lo que permitió establecer el diagnóstico. El tumor había erosionado la zona superior y comprimido la raíz inferior del plexo braquial. Este plexo recibe ramos del nivel T1, que pasa por la primera costilla en su recorrido hacia la extremidad superior.

6. **P: Una paciente acudió con los hallazgos típicos de compresión del nervio mediano bajo el retináculo flexor. El residente le diagnosticó síndrome del túnel del carpo y fue derivada para que se le realizara una descompresión quirúrgica. Sin embargo, un estudiante de medicina notó que la paciente tenía una zona focal de anestesia sobre la base de la eminencia tenar, lo que sugería que la compresión del nervio mediano no estaba en el túnel del carpo.**

   R: Cuando el nervio mediano se comprime debajo del retináculo flexor en el túnel del carpo (síndrome del túnel del carpo), los pacientes suelen tener una sensibilidad normal en la eminencia tenar, que está inervada por un ramo palmar originado del nervio mediano antes de que éste entre en el túnel del carpo. Por tanto, si se detecta una zona de hipoestesia en la eminencia tenar, asociada con hallazgos compatibles con el síndrome del túnel del carpo, se debe buscar un diagnóstico alternativo.

En esta paciente se extirpó un pequeño neurinoma, situado en el nervio mediano en la mitad del antebrazo, por lo que se evitó realizar una descompresión innecesaria del túnel del carpo.

7. **P: Durante unas vacaciones esquiando, el bastón de esquí golpeó la mano de un joven profesor, que notó una excesiva laxitud en la zona medial del pulgar, en la articulación metacarpofalángica. ¿Qué había sucedido?**

R: Ésta es una lesión típica que se produce porque el bastón de esquí provoca una avulsión del ligamento colateral medial en la articulación metacarpofalángica del pulgar («pulgar del esquiador»). El ligamento colateral medial confiere estabilidad al pulgar, y si no está presente el paciente puede tener dificultad en la aducción y en la estabilidad del pulgar. Se suele recomendar la reparación quirúrgica. En el Reino Unido esta lesión se denomina «pulgar del guardabosques», porque solía producirse en guardabosques y cazadores furtivos que disparaban antes de que la escopeta estuviera bien apoyada en el hombro. El retroceso de la escopeta producía la avulsión del ligamento colateral medial y originaba la misma situación clínica.

8. **P: Un joven sufrió una caída con la mano extendida. En la exploración la mano estaba en desviación cubital. Se palpó el escafoides a través de la tabaquera anatómica, y era doloroso. Las radiografías no mostraron fractura, pero el médico escayoló al paciente. ¿Por qué?**

R: Las fracturas del escafoides suelen ocurrir cuando se sufre una caída con la mano extendida. Esta fractura se produce por lo general a través del cuello del escafoides, y aproximadamente en el 10% de las personas puede aparecer una necrosis avascular del fragmento proximal de la fractura. En un pequeño número de pacientes, la fractura del escafoides no se identifica en las radiografías tomadas en el momento de la lesión. Cuando los hallazgos clínicos son compatibles con una fractura del escafoides, es razonable colocar una escayola y repetir las radiografías unas 2 semanas más tarde, momento en que la fractura será evidente.

9. **P: Si se presiona la zona lateral del hueso pisiforme, se consigue la contracción de los músculos de la eminencia hipotenar. ¿A qué se debe?**

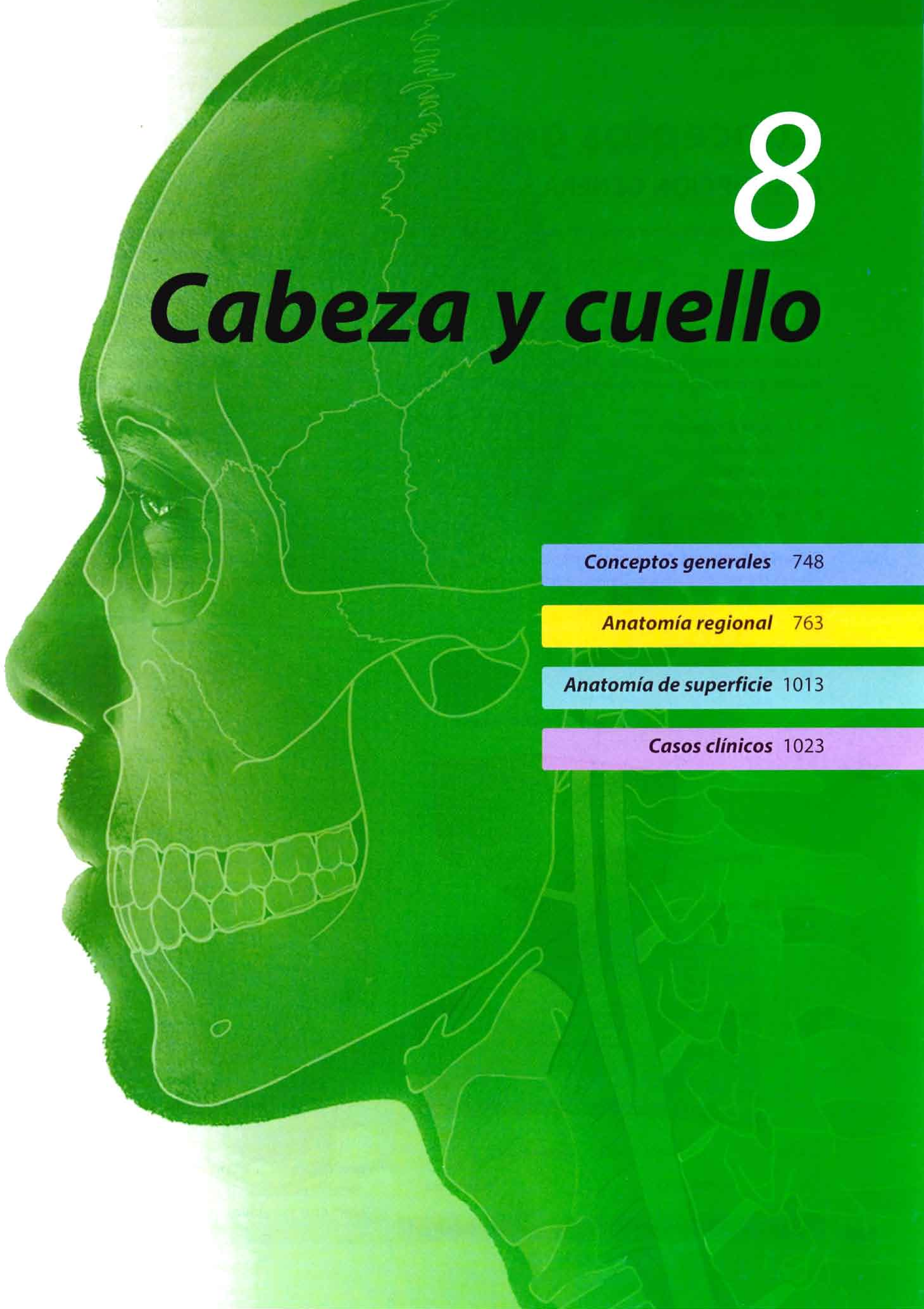
R: El nervio cubital pasa lateral al hueso pisiforme y superficial al retináculo flexor. Por tanto, está accesible y puede ser comprimido, lo que estimulará el nervio, produciendo la contracción de los músculos de la eminencia hipotenar y del músculo palmar corto.

10. **P: Después de una fractura en la zona media del cuerpo del húmero, un paciente tiene la muñeca caída. ¿Por qué?**

R: La muñeca caída se asocia a una lesión del nervio radial. Una fractura por la zona media del cuerpo del húmero puede dañar el nervio en su recorrido por el surco del nervio radial, entre las cabezas medial y lateral del músculo tríceps braquial.

8

Cabeza y cuello



Conceptos generales 748

Anatomía regional 763

Anatomía de superficie 1013

Casos clínicos 1023

Conceptos generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

La cabeza y el cuello son regiones del cuerpo anatómicamente complejas.

Cabeza

Componentes principales

La cabeza se compone de una serie de compartimentos formados por huesos y partes blandas, entre los que se incluyen:

- La cavidad craneal.
- Los dos oídos.
- Las dos órbitas.
- Las dos cavidades nasales.
- Y la cavidad oral (fig. 8.1).

La **cavidad craneal** es el compartimento de mayor tamaño y alberga el encéfalo y sus membranas asociadas (las meninges).

La mayor parte del **aparato auditivo** de cada lado se localiza en el interior de uno de los huesos que forma el suelo de la cavidad craneal. Los pabellones auriculares se extienden lateralmente a partir de estas regiones.

Las dos **órbitas** contienen los globos oculares. Son dos cámaras de morfología cónica cuyos vértices se dirigen posteromedialmente, y se sitúan directamente debajo del extremo anterior de la cavidad craneal. Las paredes orbitarias son óseas, mientras que la base de cada cámara cónica puede ser abierta y cerrada por los párpados.

Las **cavidades nasales** representan el segmento más superior del aparato respiratorio y se sitúan entre ambas órbitas. Se encuentran formadas por unas paredes, un suelo y un techo compuestos, en su mayoría, por hueso y cartílago. Las aberturas anteriores de las cavidades nasales se denominan **orificios nasales (narinas)** y las aberturas posteriores son las **coanas (aberturas nasales posteriores).**

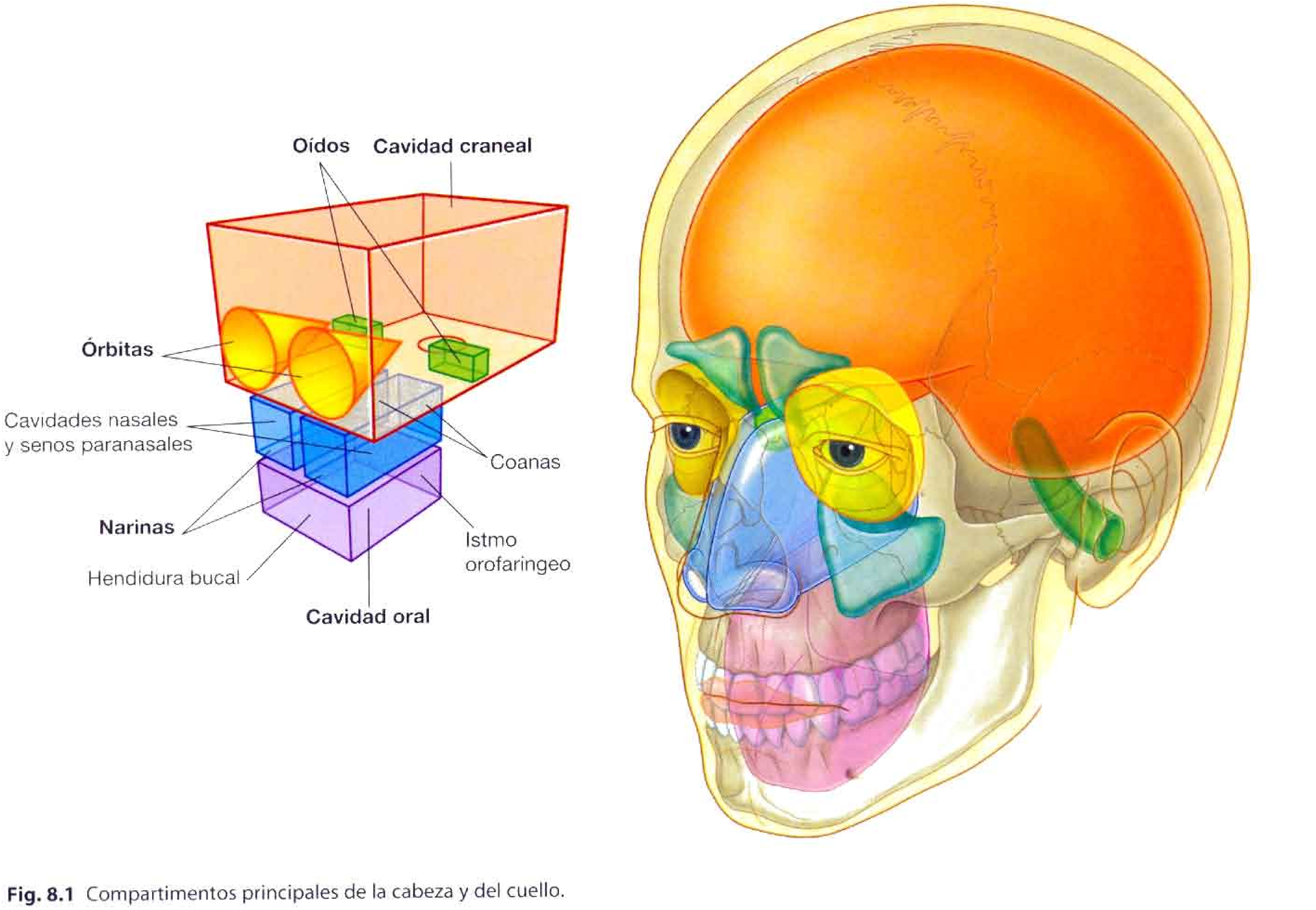


Fig. 8.1 Compartimentos principales de la cabeza y del cuello.

En comunicación con las cavidades nasales se encuentran unas extensiones neumáticas **(senos paranasales)**, que se proyectan lateral, superior y posteriormente en los huesos adyacentes. Los senos de mayor tamaño, los **senos maxilares**, están situados por debajo de cada órbita.

La **cavidad oral** es inferior a las cavidades nasales y se encuentra separada de ellas por el **paladar duro** y el **paladar blando.** El suelo de la cavidad oral está formado en su totalidad por tejidos blandos.

La abertura anterior de la cavidad oral es la **hendidura bucal** (boca), y la abertura posterior se denomina **istmo orofaríngeo.** A diferencia de las narinas y las coanas, que se encuentran abiertas continuamente, tanto la hendidura bucal como el istmo orofaríngeo pueden abrirse o cerrarse por medio de los tejidos blandos circundantes.

Otras regiones definidas anatómicamente

Además de los compartimentos principales de la cabeza, se distinguen otras dos regiones definidas anatómicamente a cada lado, que representan áreas de transición entre los diferentes compartimentos de la cabeza (fig. 8.2).

La **fosa infratemporal** ocupa el área situada entre el borde posterior de la rama de la mandíbula y una superficie ósea plana (la lámina lateral de la apófisis pterigoides), posterior al maxilar. Esta fosa, limitada por hueso y tejidos blandos, es el espacio por el que discurre uno de los nervios craneales principales, el nervio mandibular (la división mandibular del nervio trigémino [V_3]), en su trayecto entre la cavidad craneal y la cavidad oral.

Las **fosas pterigopalatinas** se localizan a ambos lados, por detrás del maxilar. Estas pequeñas fosas comunican con la cavidad craneal, la fosa infratemporal, la órbita, la cavidad nasal y la cavidad oral. El nervio maxilar (la división maxilar del nervio trigémino [V_2]) es una de las estructuras más importantes que discurren a través de la fosa pterigopalatina.

La **cara** es la región anterior de la cabeza. En ella se encuentra un único grupo de músculos, capaces de mover la piel en relación con el hueso subyacente y que controlan la abertura anterior de las órbitas y de la cavidad oral (fig. 8.3).

El **cuero cabelludo** es la cubierta de la región superior, posterior y lateral de la cabeza.

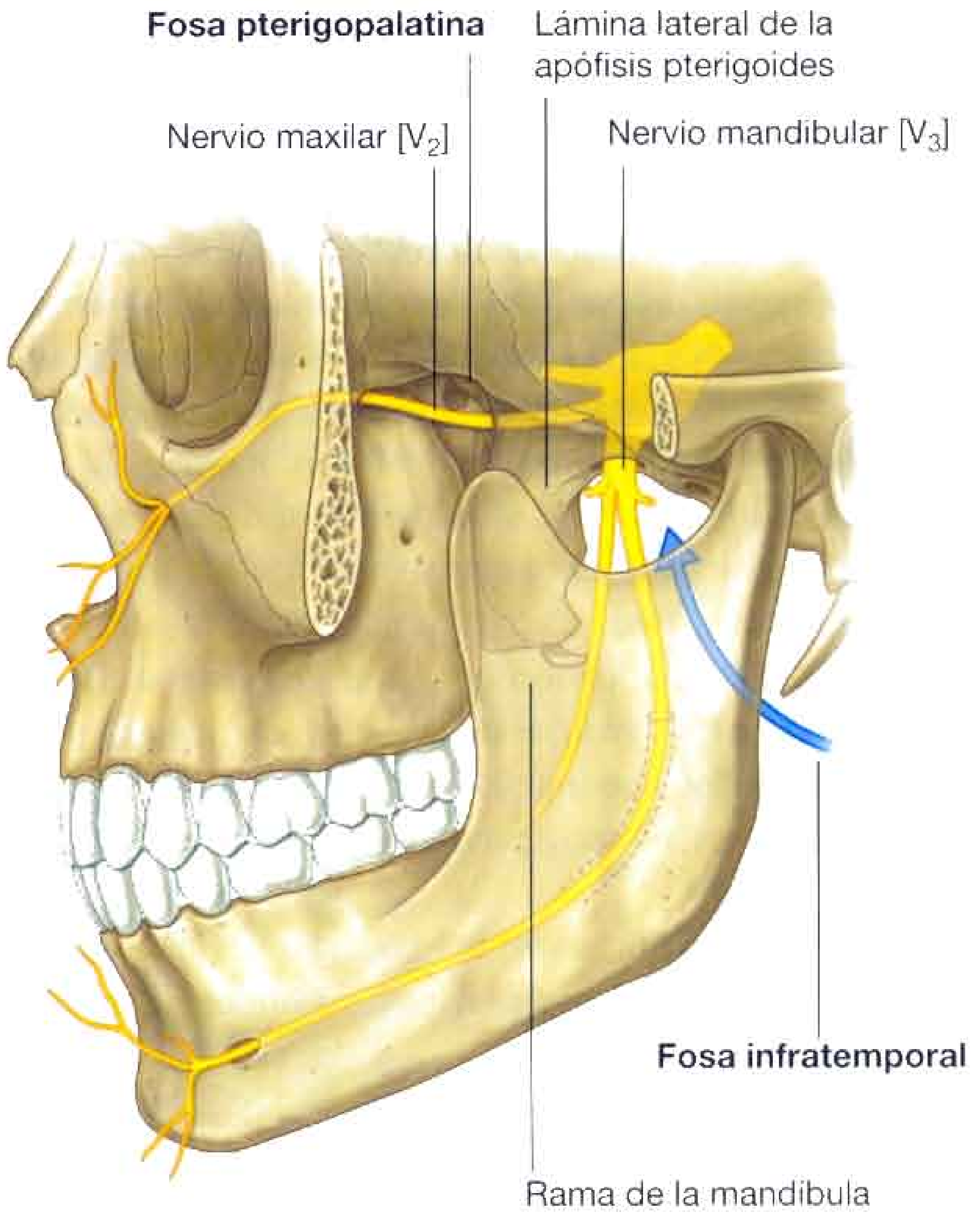


Fig. 8.2 Áreas de transición entre los diferentes compartimentos de la cabeza.

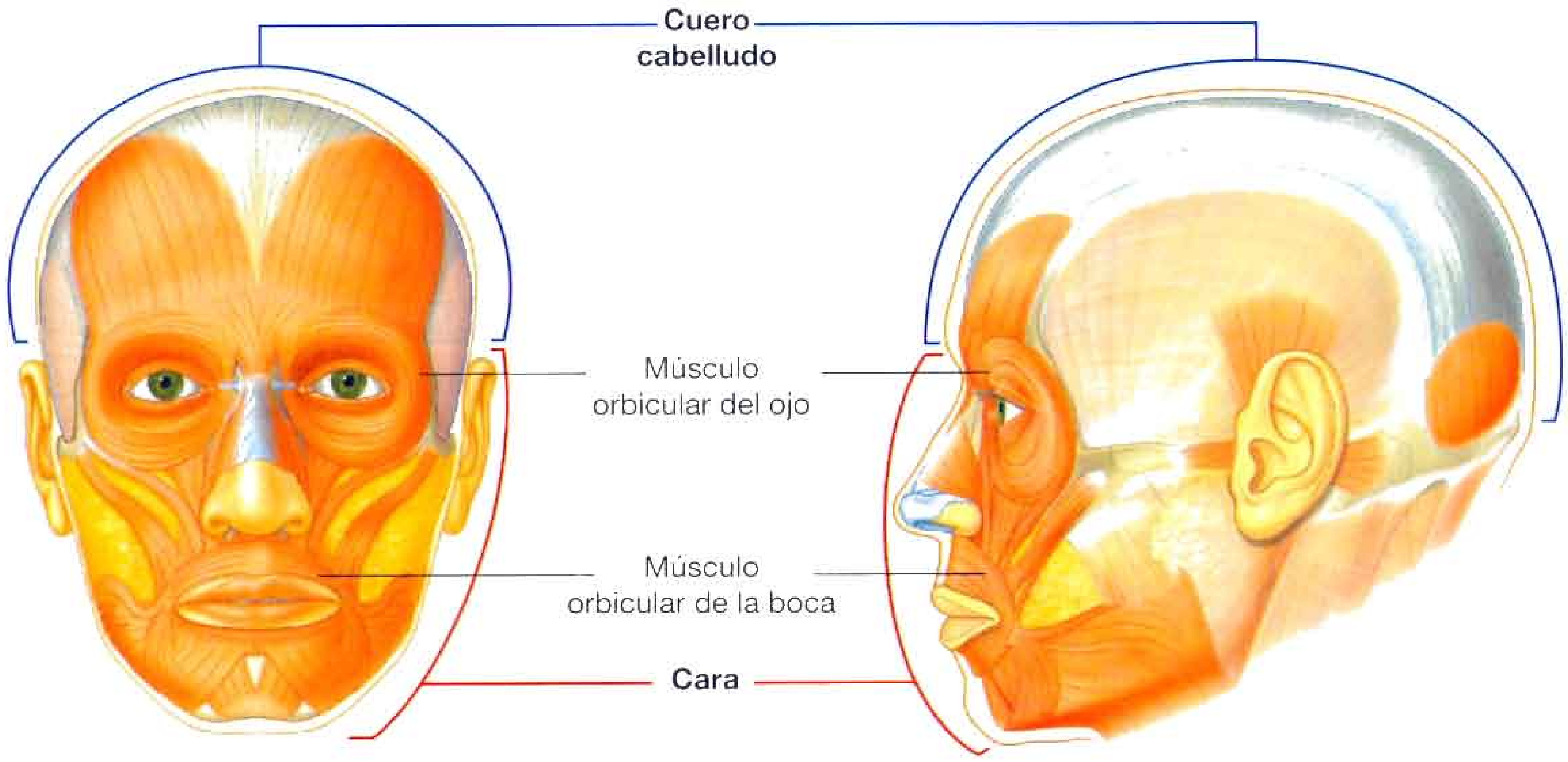


Fig. 8.3 Músculos de la cara.

Cuello

El **cuello** se extiende desde la cabeza en su región superior hasta el tórax y los hombros en su región inferior (fig. 8.4). Su límite superior lo constituye el borde inferior de la mandíbula y los elementos óseos de la región posterior del cráneo. La parte posterior del cuello se encuentra a un nivel más elevado con respecto a la anterior. De ese modo, conecta las vísceras cervicales con las aberturas posteriores de las cavidades oral y nasal.

El límite inferior del cuello se extiende desde el reborde superior del esternón, a lo largo de la clavícula, y sobre el acromion adyacente, una prominencia ósea de la escápula. En la región posterior, el límite inferior del cuello se encuentra peor definido, situándose aproximadamente en la línea que une el acromion y la apófisis espinosa de la vértebra C7, que es prominente y fácilmente palpable. El borde inferior del cuello forma la **base del cuello.**

Compartimentos

El cuello se divide en cuatro compartimentos principales (fig. 8.5), rodeados por un collar musculofascial externo.

- El compartimento vertebral contiene las vértebras cervicales y los músculos posturales asociados.
- El compartimento visceral contiene importantes glándulas (el tiroides, las paratiroides y el timo), así como los tramos del aparato respiratorio y digestivo que discurren entre la cabeza y el tórax.
- Los dos compartimentos vasculares contienen los vasos sanguíneos principales y el nervio vago.

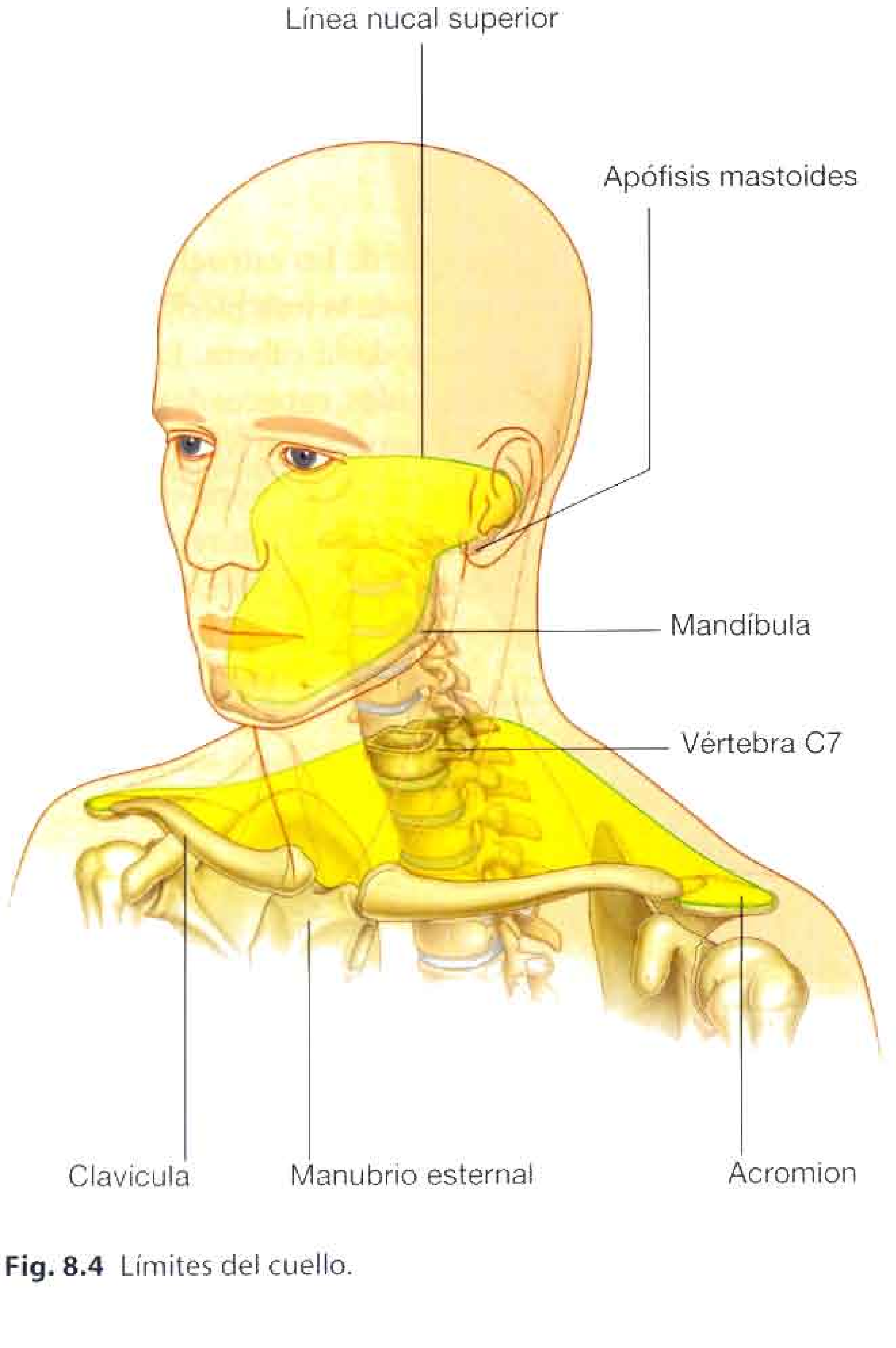


Fig. 8.4 Límites del cuello.

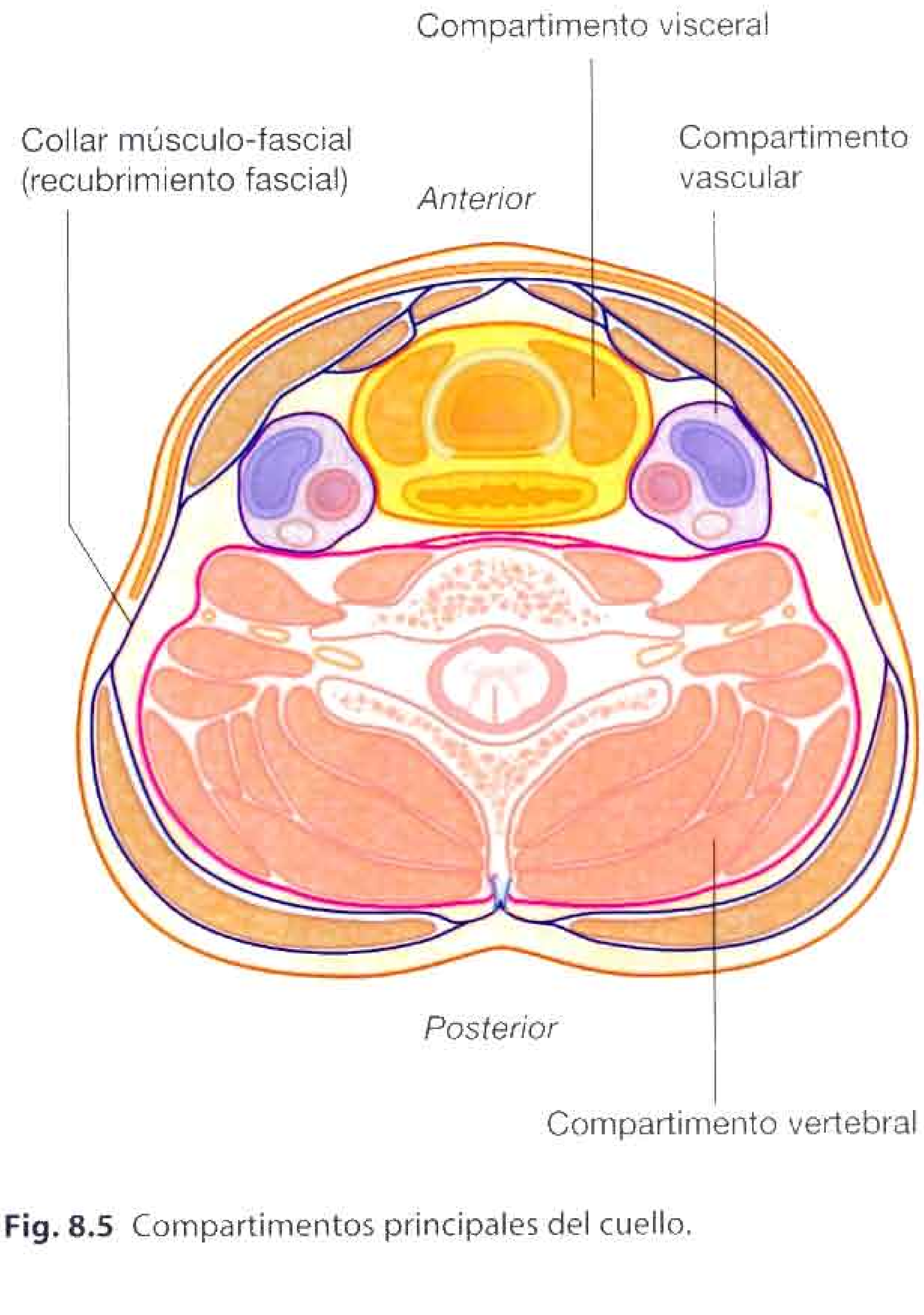


Fig. 8.5 Compartimentos principales del cuello.

Laringe y faringe

El cuello contiene dos estructuras especializadas asociadas con el aparato digestivo y el respiratorio: la faringe y la laringe.

La **laringe** (fig. 8.6) es la parte superior de la vía aérea inferior. Se continúa hacia abajo con la región superior de la tráquea y se une por arriba, a través de una membrana flexible, con el hueso hioides, que a su vez se relaciona con el suelo de la cavidad oral. Una serie de cartílagos proporcionan la estructura de soporte de la laringe, que presenta en el centro un conducto hueco. Las dimensiones de este conducto central pueden regularse mediante las estructuras blandas asociadas con la pared laríngea. Las más importantes de ellas son dos pliegues vocales laterales, que se proyectan uno hacia el otro a partir de puntos adyacentes de la cavidad laríngea. La abertura laríngea superior **(entrada laríngea)** está inclinada posteriormente, y se continúa con la faringe.

La **faringe** (fig. 8.6) es una estructura hemicilíndrica compuesta por músculos y fascias que se une por arriba con la base del cráneo y se continúa por abajo con el esófago. A cada lado, las paredes del hemicilindro se encuentran unidas a los márgenes laterales de las cavidades nasales, la cavidad oral y la laringe. De este modo, las dos cavidades nasales, la cavidad oral y la laringe se abren en la zona anterior de la faringe, y el esófago se abre inferiormente.

Las regiones de la faringe situadas por detrás de las cavidades nasales, la cavidad oral y la laringe se denominan **nasofaringe**, **orofaringe** y **laringofaringe** respectivamente.

FUNCIONES

Protección

La cabeza alberga y protege al encéfalo y a todos los sistemas de receptores asociados con los sentidos especiales: las cavidades nasales asociadas con el olfato, las órbitas con la visión, los oídos con la audición y el equilibrio, y la cavidad oral con el gusto.

Contiene los tramos superiores de los aparatos respiratorio y digestivo

La cabeza contiene los tramos superiores de los sistemas respiratorio y digestivo, las cavidades oral y nasales, que poseen

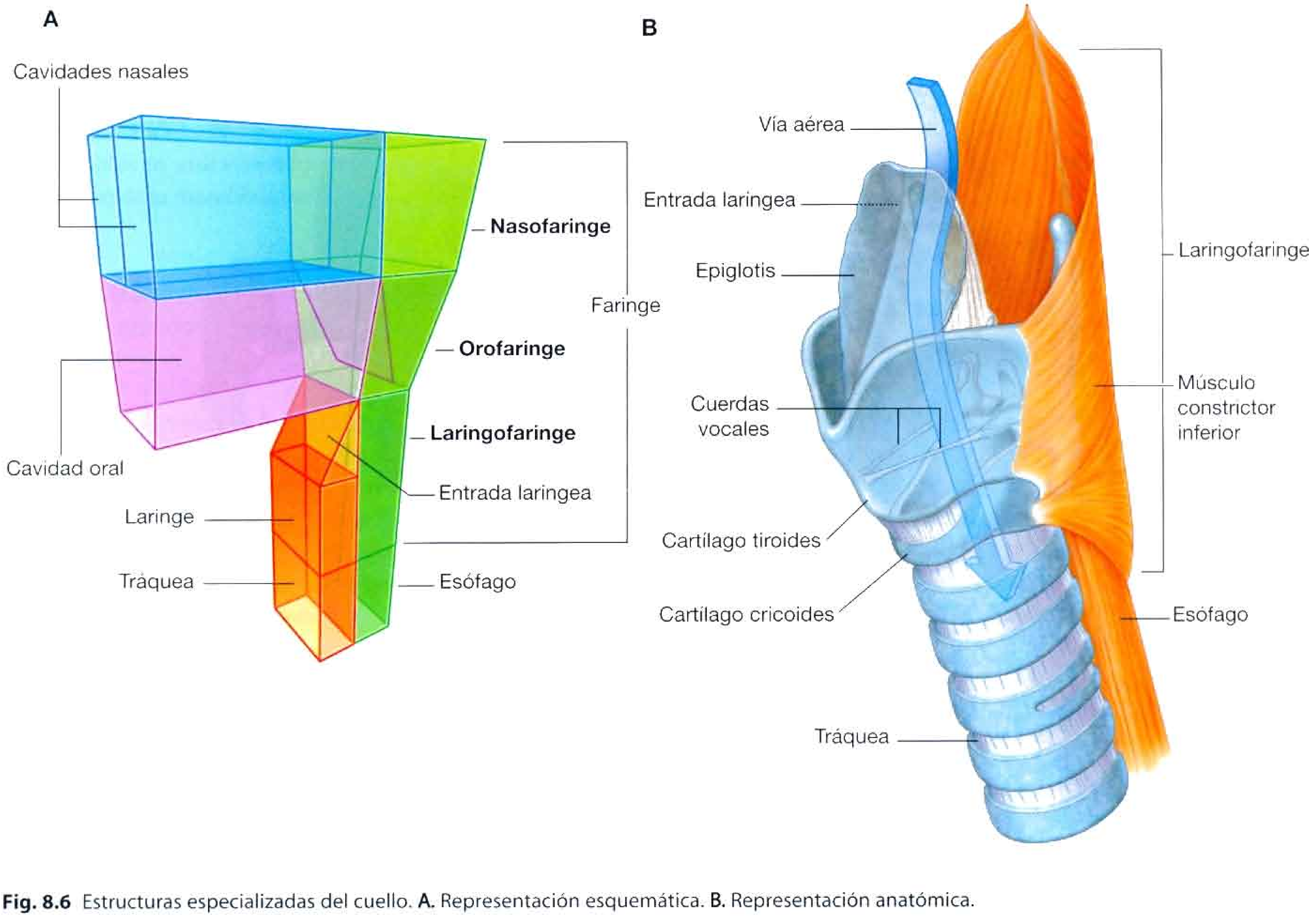


Fig. 8.6 Estructuras especializadas del cuello. **A.** Representación esquemática. **B.** Representación anatómica.

la capacidad de modificar las características del aire o de los alimentos que entran en cada sistema.

Comunicación

La cabeza y el cuello están implicados en la comunicación. Los sonidos producidos por la laringe son modificados en la faringe y en la cavidad oral para producir el lenguaje. Además, los músculos de la expresión facial modifican la morfología facial para transmitir señales no verbales.

Posición de la cabeza

El cuello sujeta la cabeza y la mantiene en posición, permitiendo al individuo situar los sistemas sensoriales de la cabeza en relación con los estímulos medioambientales sin necesidad de mover todo el cuerpo.

Conecta la porción superior e inferior de los aparatos respiratorio y digestivo

El cuello contiene estructuras especializadas (la laringe y la faringe) que conectan las regiones superiores de los aparatos respiratorio y digestivo (cavidades nasales y oral) en la cabeza, con la tráquea y el esófago, que se encuentran en una posición relativamente baja en el cuello antes de pasar al tórax.

COMPONENTES

Cráneo

Los numerosos huesos de la cabeza en conjunto forman el cráneo (fig. 8.7A). La mayor parte de estos huesos están interconectados por **suturas**, que son articulaciones fibrosas inmóviles (fig. 8.7B).

A

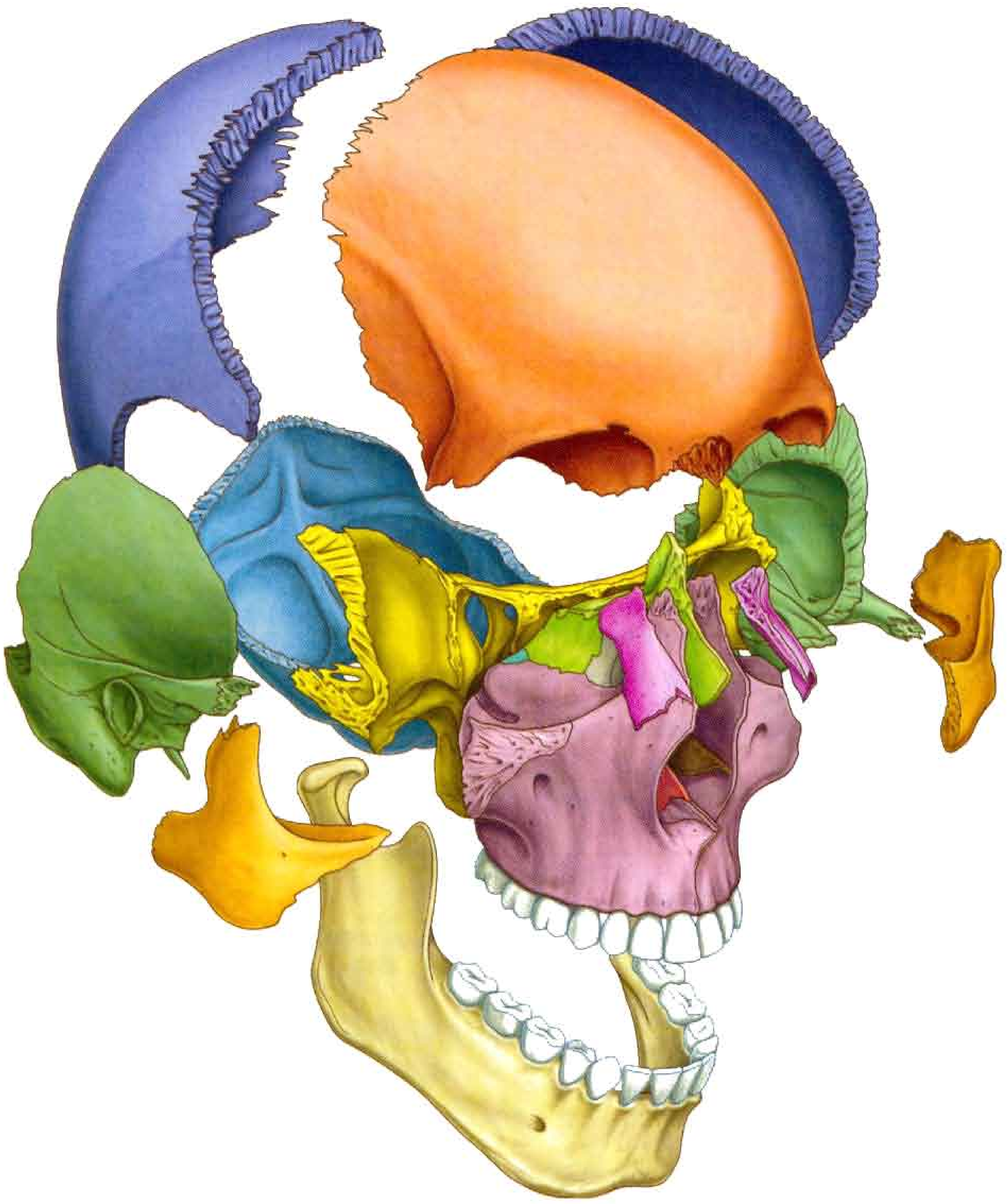


Fig. 8.7 Cráneo. **A.** Huesos.

En el feto y en el recién nacido, existen unas uniones membranosas de gran tamaño, no osificadas **(fontanelas)** entre los huesos del cráneo, en particular entre los grandes huesos planos de la región superior de la cavidad craneal (fig. 8.7C), que permiten:

- La deformación de la cabeza durante su paso por el canal del parto.
- El crecimiento posnatal.

La mayor parte de las fontanelas se cierran durante el primer año de vida. La osificación completa del delgado tejido conjuntivo ligamentoso que separa los huesos en las líneas de sutura, comienza a finales de la segunda década de la vida y generalmente finaliza en la quinta década.

En la cabeza únicamente existen tres articulaciones sinoviales. La de mayor tamaño es la articulación temporomandibular, entre la mandíbula y el hueso temporal. Las otras dos articulaciones sinoviales se establecen entre los tres huesecillos del oído medio: el martillo, el yunque y el estribo.

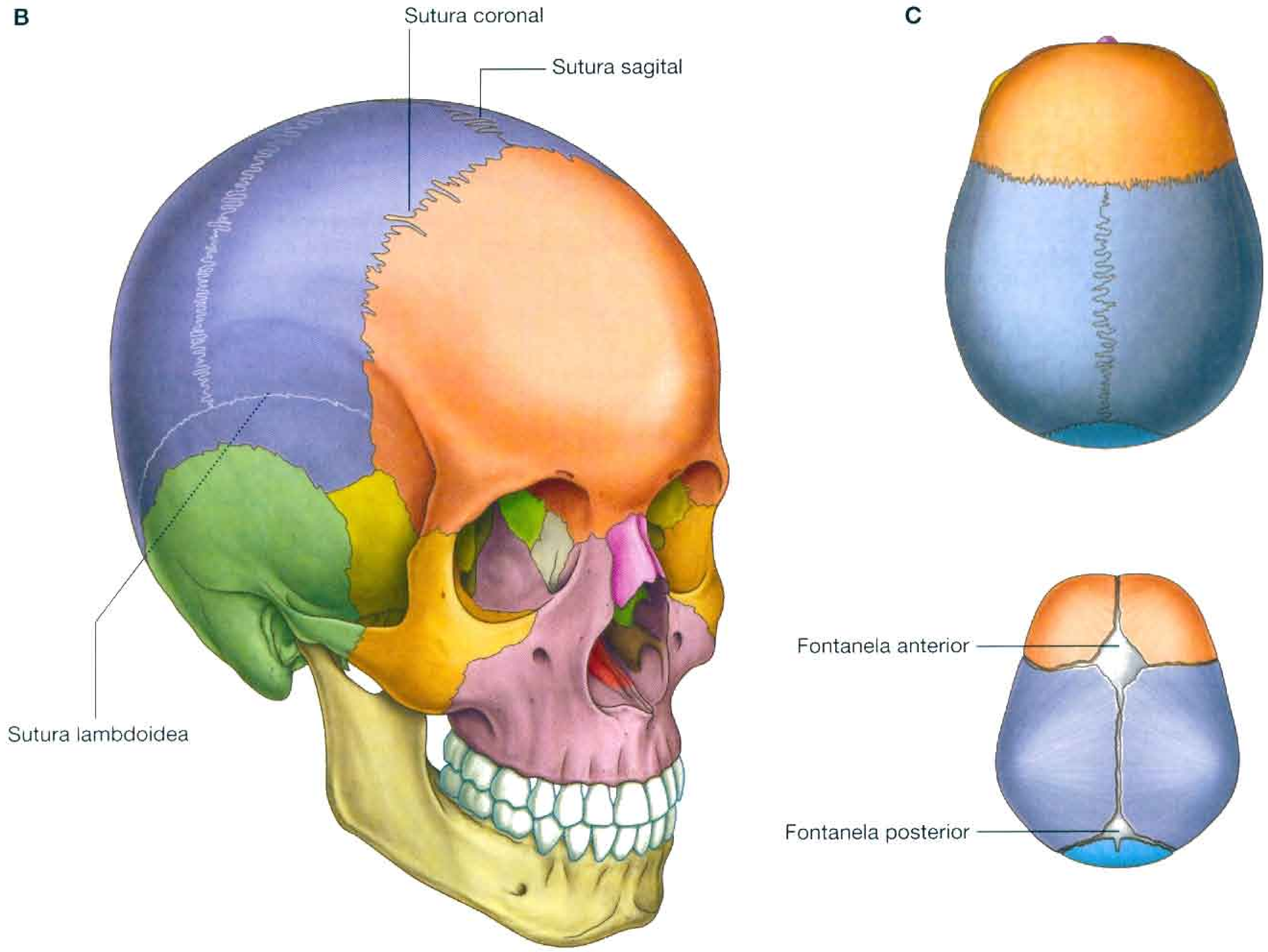


Fig. 8.7 ***(cont.)*** Cráneo. **B.** Suturas. **C.** Fontanelas.

Vértebras cervicales

Las siete vértebras cervicales componen el armazón óseo del cuello.

Las vértebras cervicales (fig. 8.8A) se caracterizan por poseer:

- Cuerpos pequeños.
- Apófisis espinosas bífidas.
- Apófisis transversas que contienen un agujero **(agujero transverso).**

En conjunto, los agujeros transversos forman un canal longitudinal a cada lado de la columna cervical que es ocupado por los vasos sanguíneos (arteria y venas vertebrales) que discurren entre la base del cuello y la cavidad craneal.

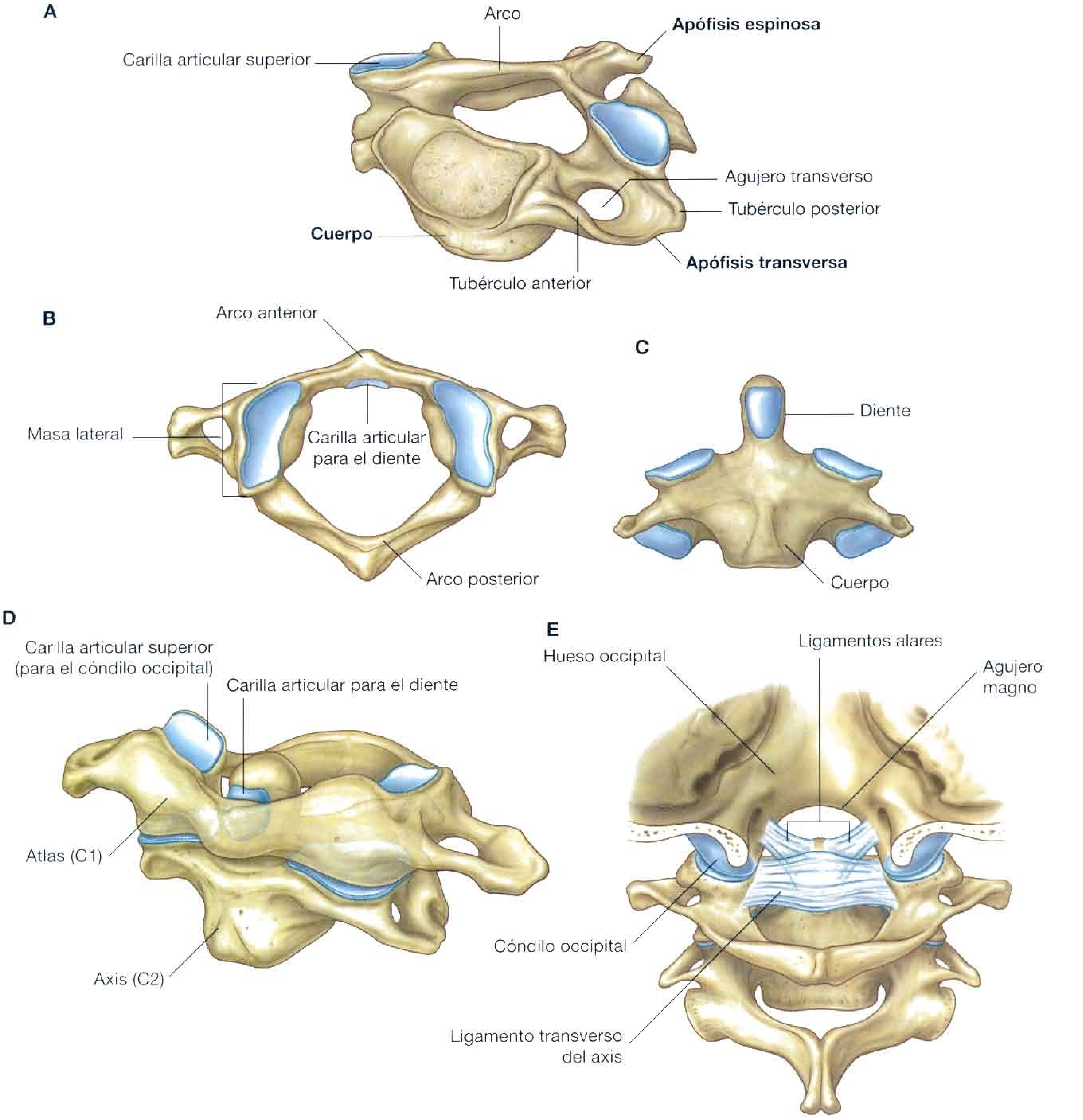


Fig. 8.8 Vértebras cervicales. **A.** Características morfológicas típicas. **B.** Atlas: vértebra C1 (visión superior). **C.** Axis: vértebra C2 (visión superior). **D.** Atlas y axis (visión anterolateral). **E.** Articulación atlanto-occipital (visión posterior).

La apófisis transversa típica de una vértebra cervical consta de un **tubérculo anterior** y un **tubérculo posterior**, que sirven de inserción muscular. Los tubérculos anteriores derivan de los mismos elementos embrionarios que originan las costillas en la región torácica. En ocasiones, a partir de estos elementos se desarrollan costillas cervicales, en especial en las vértebras cervicales inferiores.

Las dos primeras vértebras cervicales (C1 y C2) presentan modificaciones para permitir los movimientos de la cabeza (fig. 8.8B y 8.8E) (v. también cap. 2).

Hueso hioides

El hueso hioides es un pequeño hueso en forma de «U» (fig. 8.9A), que se dispone en un plano horizontal justo por encima de la laringe, donde puede ser palpado y movilizado de un lado al otro.

- El **cuerpo del hueso hioides** es anterior y forma la base de la U.
- Las dos ramas de la U **(astas mayores)** se proyectan posteriormente a partir de los extremos laterales del cuerpo.

El hueso hioides no se articula directamente con ningún otro elemento esquelético de la cabeza o del cuello.

El hueso hioides constituye un anclaje óseo potente y muy móvil para diversos músculos y tejidos blandos de la cabeza y del cuello. Se encuentra en la encrucijada de tres compartimentos dinámicos:

- Superiormente, se encuentra sujeto al suelo de la cavidad oral.
- Inferiormente, está sujeto a la laringe.
- Posteriormente, está sujeto a la faringe (fig. 8.9B).

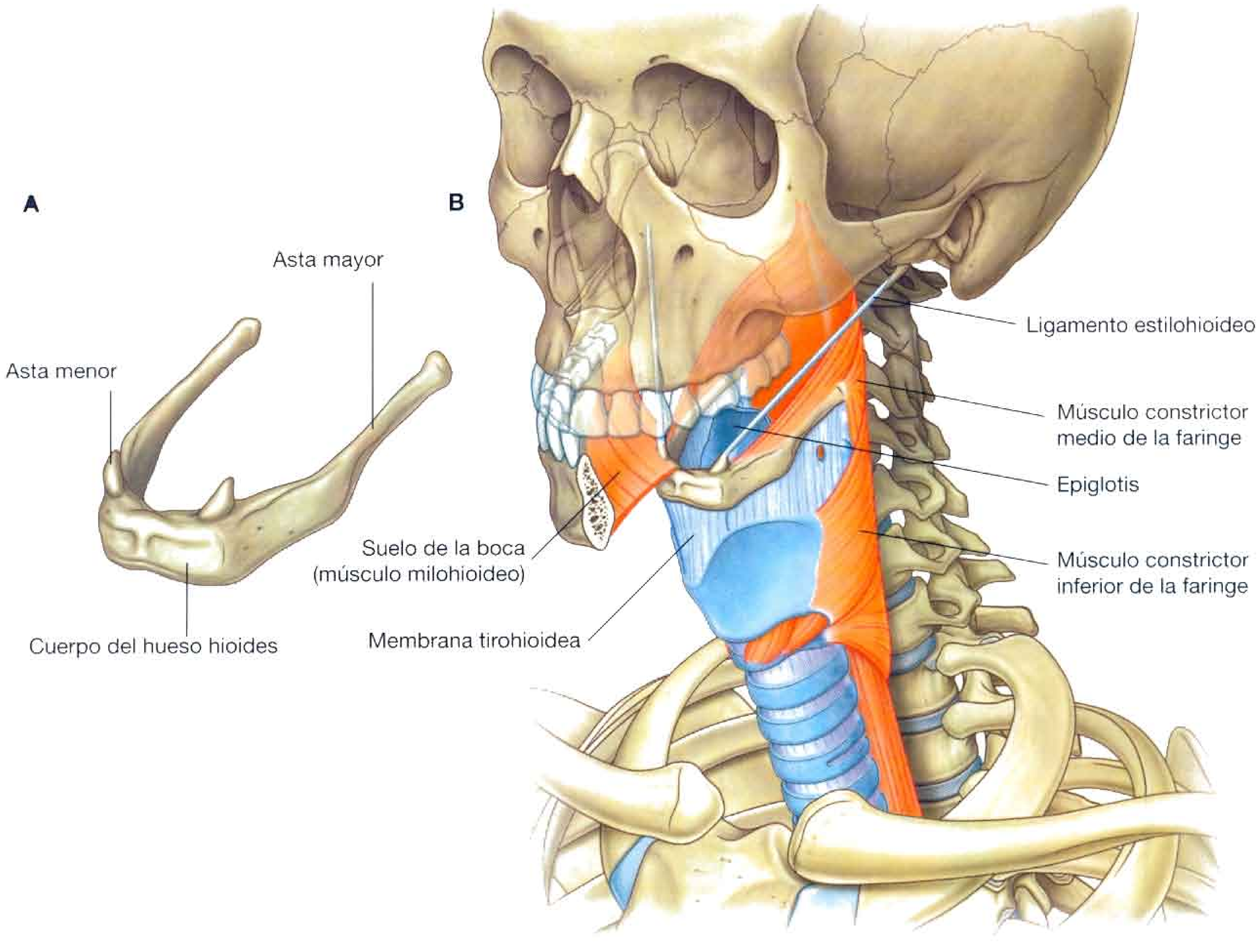


Fig. 8.9 Hioides. **A.** Hueso. **B.** Relaciones.

Paladar blando

El paladar blando es una estructura tisular blanda, que a modo de colgajo se sitúa posterior al paladar duro, como si de una charnela se tratara (fig. 8.10A), con su borde posterior libre. Puede ser elevado o deprimido por medio de la acción de varios músculos (fig. 8.10B).

El paladar blando y las estructuras asociadas pueden observarse con claridad tras la apertura bucal.

Músculos

Los músculos esqueléticos de la cabeza y del cuello pueden agruparse en base a su función, su inervación o su origen embrionario.

En la cabeza

Los grupos musculares en la cabeza incluyen:

- Los músculos extraoculares (movimientos del globo ocular y de la apertura del párpado superior).
- Los músculos del oído medio (regulan el movimiento de los huesecillos del oído medio).
- Los músculos de la expresión facial (encargados de la mímica facial).
- Los músculos masticadores (mueven la mandíbula, articulación temporomandibular).
- Los músculos del paladar blando (elevan y deprimen el paladar).
- Los músculos de la lengua (mueven y cambian la forma de la lengua).

En el cuello

En el cuello, los grupos musculares principales incluyen:

- Los músculos de la faringe (constrictores y elevadores de la faringe).
- Los músculos de la laringe (regulan las dimensiones de la vía aérea).
- Los músculos pretiroideos (anclan la posición de la laringe y el hueso hioides en el cuello).
- Los músculos del collar cervical externo (mueven la cabeza y el miembro superior).
- Los músculos posturales del compartimento muscular del cuello (posición del cuello y de la cabeza).

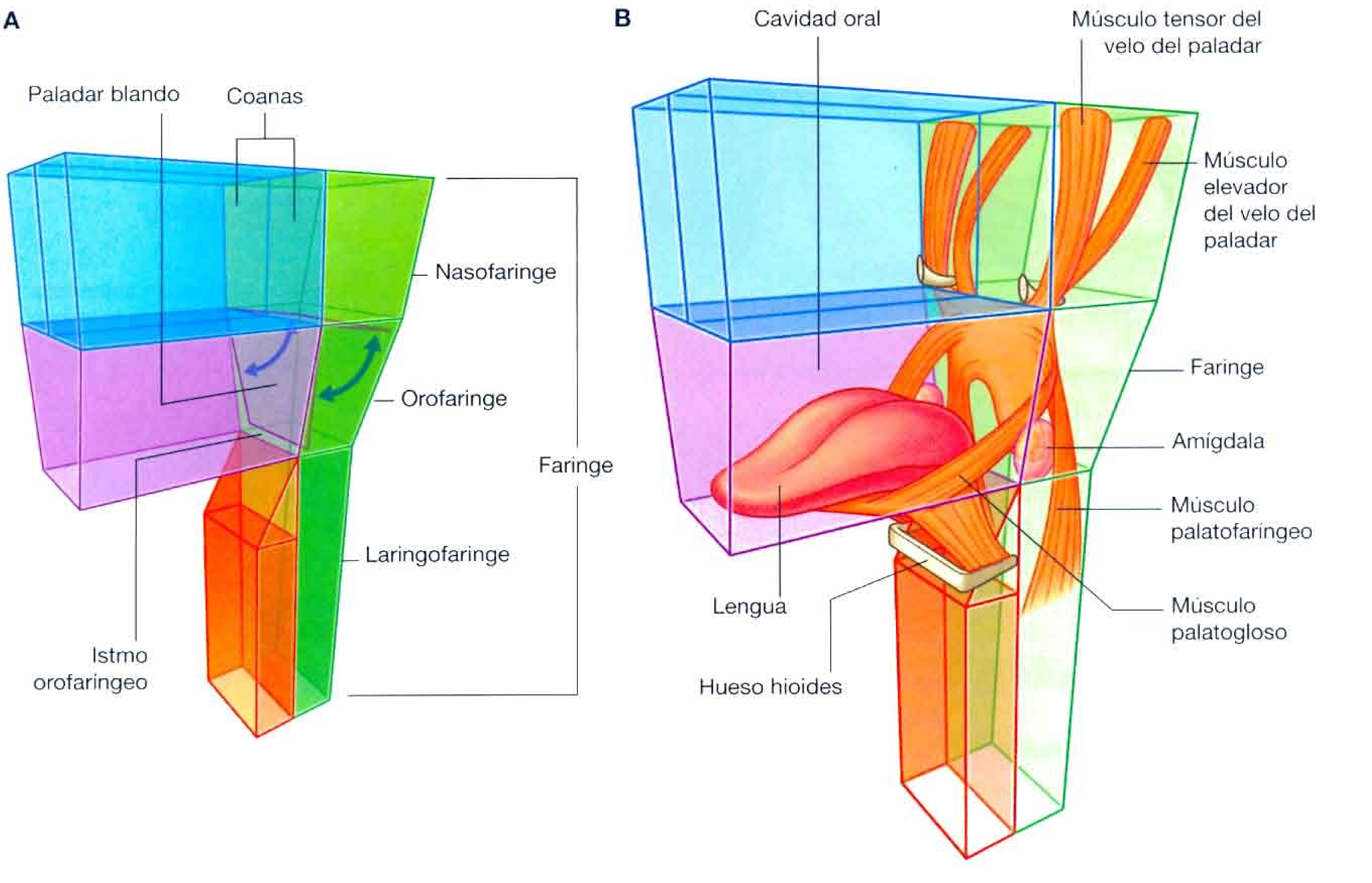


Fig. 8.10 Paladar blando. **A.** Posición. **B.** Músculos.

RELACIÓN CON OTRAS REGIONES

Tórax

La **abertura superior del tórax** (la **entrada torácica**) se encuentra directamente en la base del cuello (fig. 8.11). Las estructuras que cruzan entre la cabeza y el tórax ascienden y descienden a través de la abertura superior del tórax y el compartimento visceral del cuello. En la base del cuello, la tráquea se encuentra inmediatamente anterior al esófago, que a su vez se dispone directamente anterior a la columna vertebral. Importantes nervios, arterias y venas se encuentran anteriores y laterales a la tráquea.

Extremidades superiores

A cada lado de la abertura superior del tórax, en la base del cuello (fig. 8.11), se sitúa la entrada axilar (vía de acceso al miembro superior):

- Estructuras como vasos sanguíneos cruzan sobre la primera costilla a su paso entre la entrada axilar y el tórax.
- Los componentes cervicales del plexo braquial pasan directamente desde el cuello hasta el miembro superior a través de las entradas axilares.

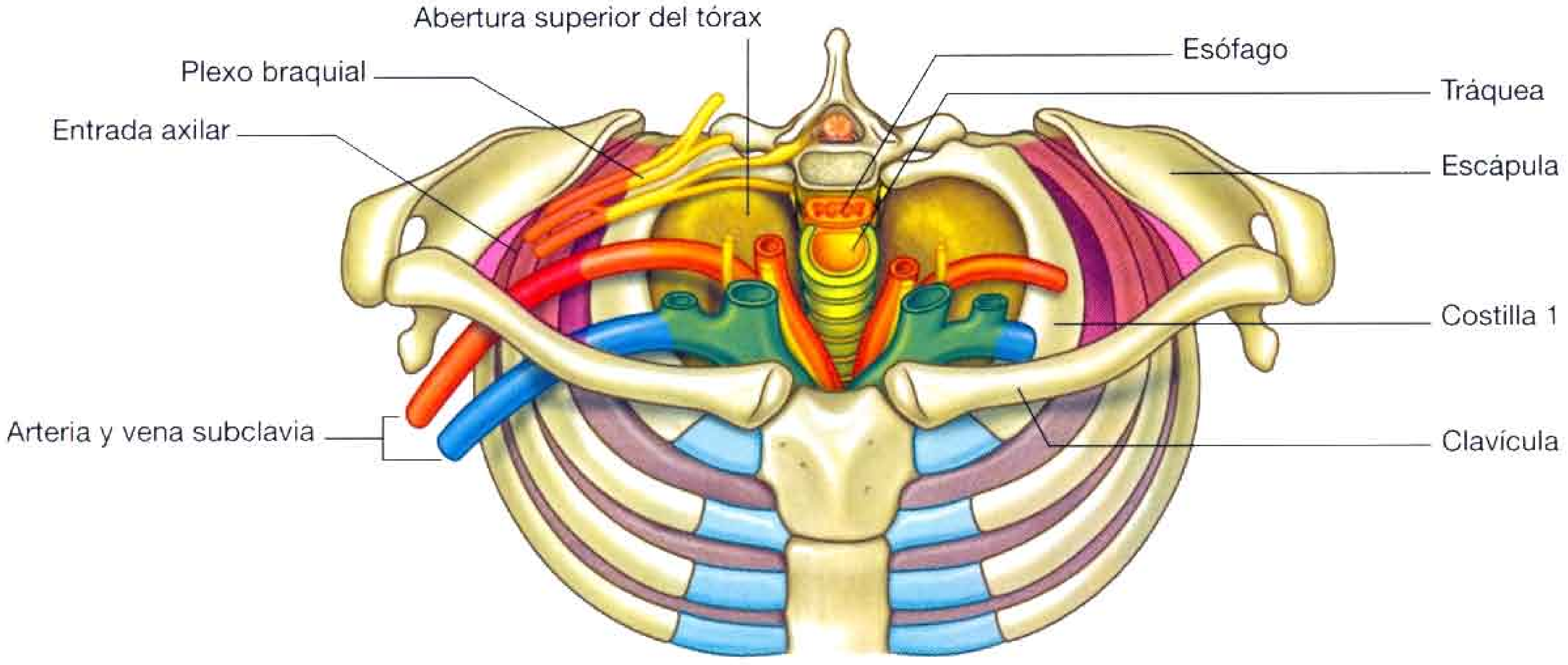


Fig. 8.11 Abertura superior del tórax.

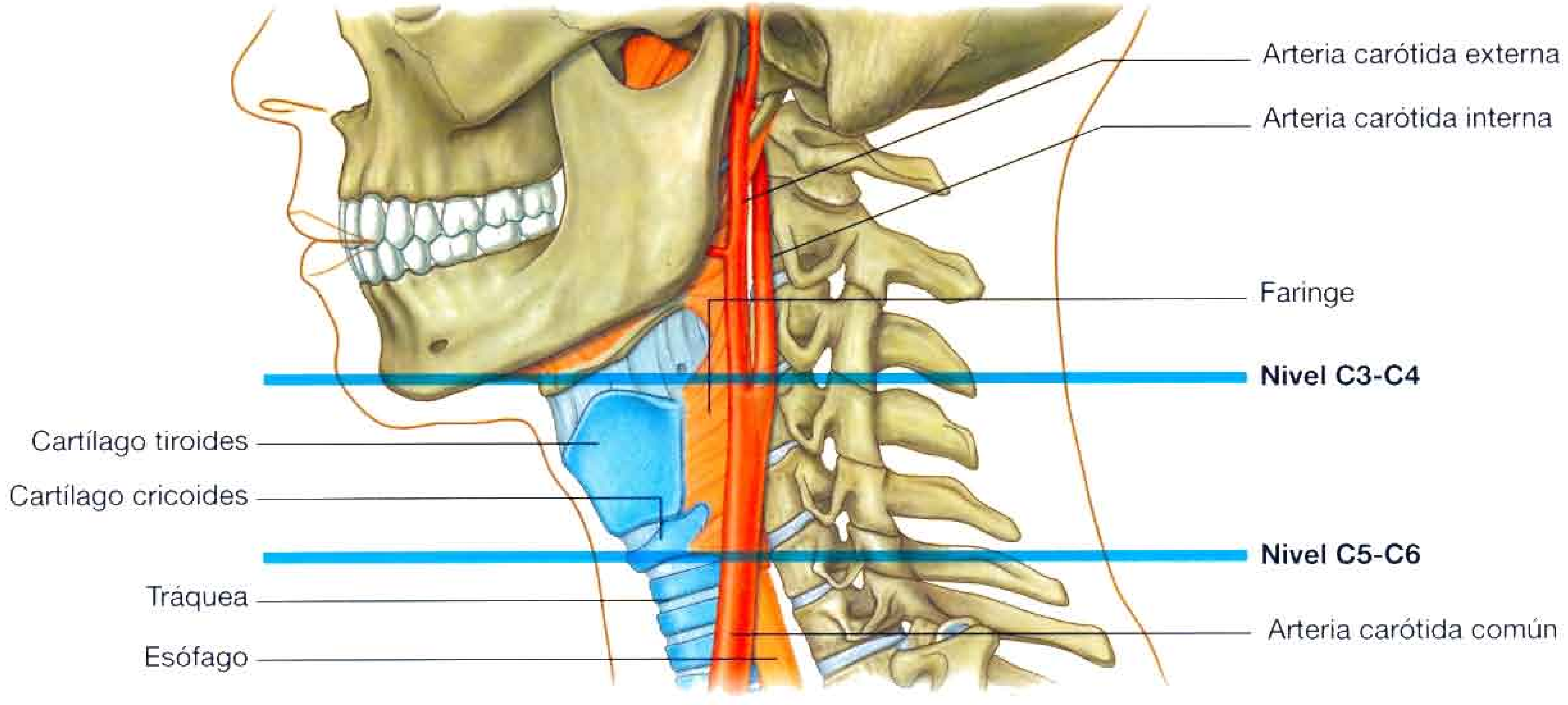


Fig. 8.12 Niveles vertebrales importantes: C3/C4 y C5/C6.

ASPECTOS CLAVE

Niveles vertebrales C3/4 y C5/6

En el cuello, los dos niveles vertebrales importantes (fig. 8.12) son:

- Entre las vértebras C3 y C4, aproximadamente en el borde superior del cartílago tiroides de la laringe (que puede palparse), donde la arteria principal en cada lado del cuello (la **arteria carótida común**) se bifurca en las arterias carótidas interna y externa.
- Entre las vértebras C5 y C6, que marca el límite inferior de la faringe y la laringe y el límite superior de la tráquea y del esófago. La indentación existente entre el cartílago cricoides de la laringe y el primer cartílago traqueal puede palparse.

La arteria carótida interna no se ramifica en el cuello y asciende hasta el cráneo para irrigar gran parte del encéfalo. También irriga al ojo y a la órbita. Otras regiones de la cabeza y del cuello reciben su irrigación de la arteria carótida externa.

La vía aérea en el cuello

En el cuello, la laringe (fig. 8.13) y la tráquea son anteriores al aparato digestivo y se puede acceder a ellas directamente en caso de obstrucción de los tramos superiores. La ruta de acceso más directa es por medio de una **cricotirotomía**, a través del **ligamento cricotiroideo** (membrana cricovocal, membrana cricotiroidea), que se extiende entre los cartílagos cricoides y tiroides de la laringe. El ligamento se puede palpar en la línea media, y por encima de él por lo general sólo se encuentran vasos de pequeño calibre, tejido conjuntivo y piel (aunque en ocasiones es posible observar un pequeño lóbulo de la glándula tiroides, el lóbulo piramidal). A un nivel inferior, la vía aérea puede ser abordada quirúrgicamente a través de la pared anterior de la tráquea por medio de una **traqueotomía.** Esta ruta de entrada es complicada debido a que en esta región se encuentran venas de gran tamaño y parte de la glándula tiroides.

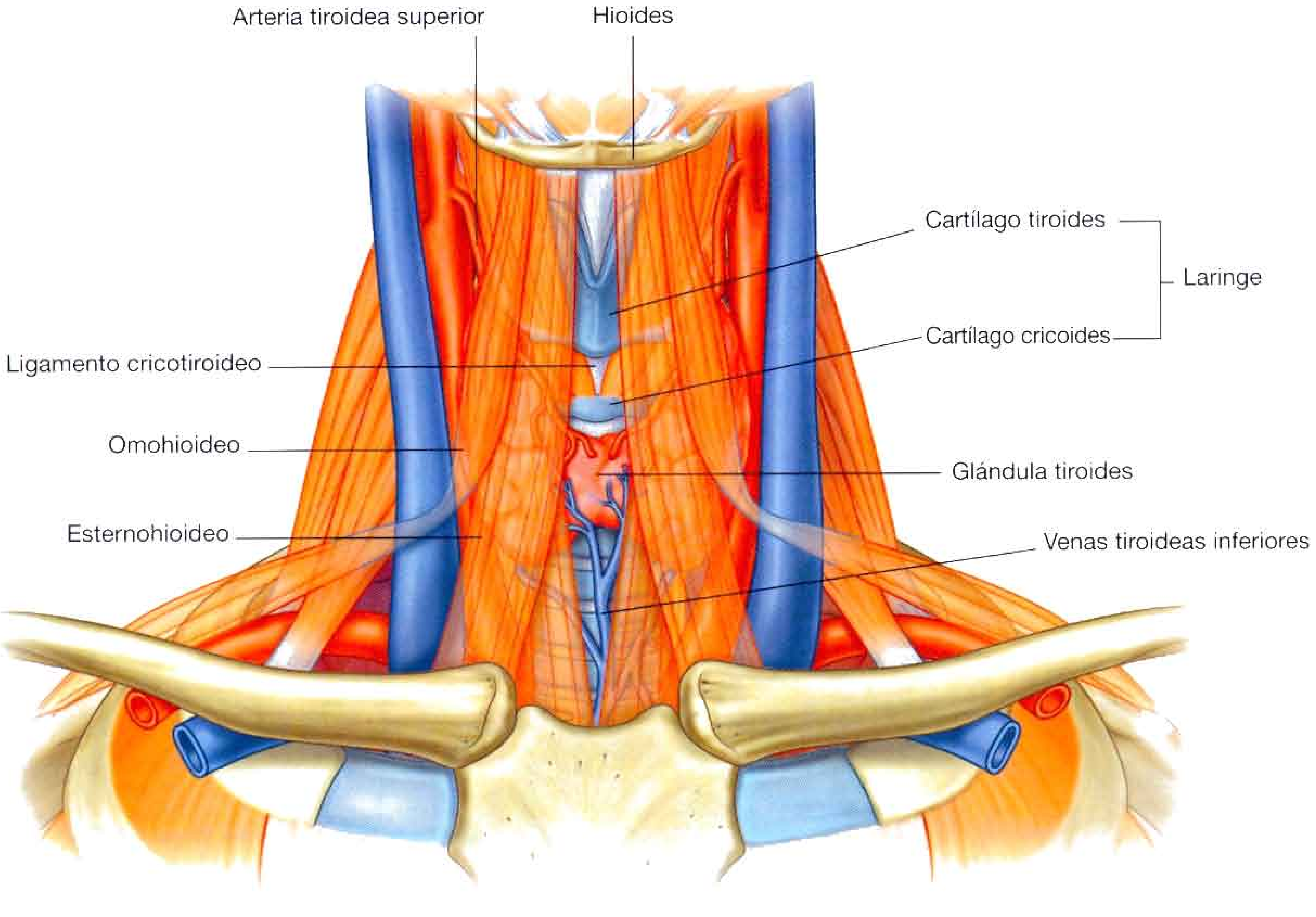


Fig. 8.13 Laringe y estructuras cervicales asociadas en el cuello.

Nervios craneales

Hay doce nervios craneales y la característica que los define es que abandonan la cavidad craneal a través de agujeros o fisuras.

Todos los nervios craneales inervan estructuras de la cabeza o del cuello. Además, el **nervio vago [X]** desciende a lo largo del cuello hasta llegar al tórax y al abdomen, donde inerva diversas vísceras.

Las fibras parasimpáticas en la cabeza abandonan el encéfalo como parte de cuatro nervios craneales: el nervio oculomotor [III], el nervio facial [VII], el nervio glosofaríngeo [IX] y el nervio vago [X] (fig. 8.14). Las fibras parasimpáticas preganglionares del nervio oculomotor [III], el nervio facial [VII] y el nervio glosofaríngeo [IX] destinadas a tejidos diana localizados en la cabeza abandonan estos nervios y se distribuyen con ramas del nervio trigémino [V].

El nervio vago tras abandonar la cabeza y el cuello proporciona la inervación parasimpática a las vísceras torácicas y abdominales.

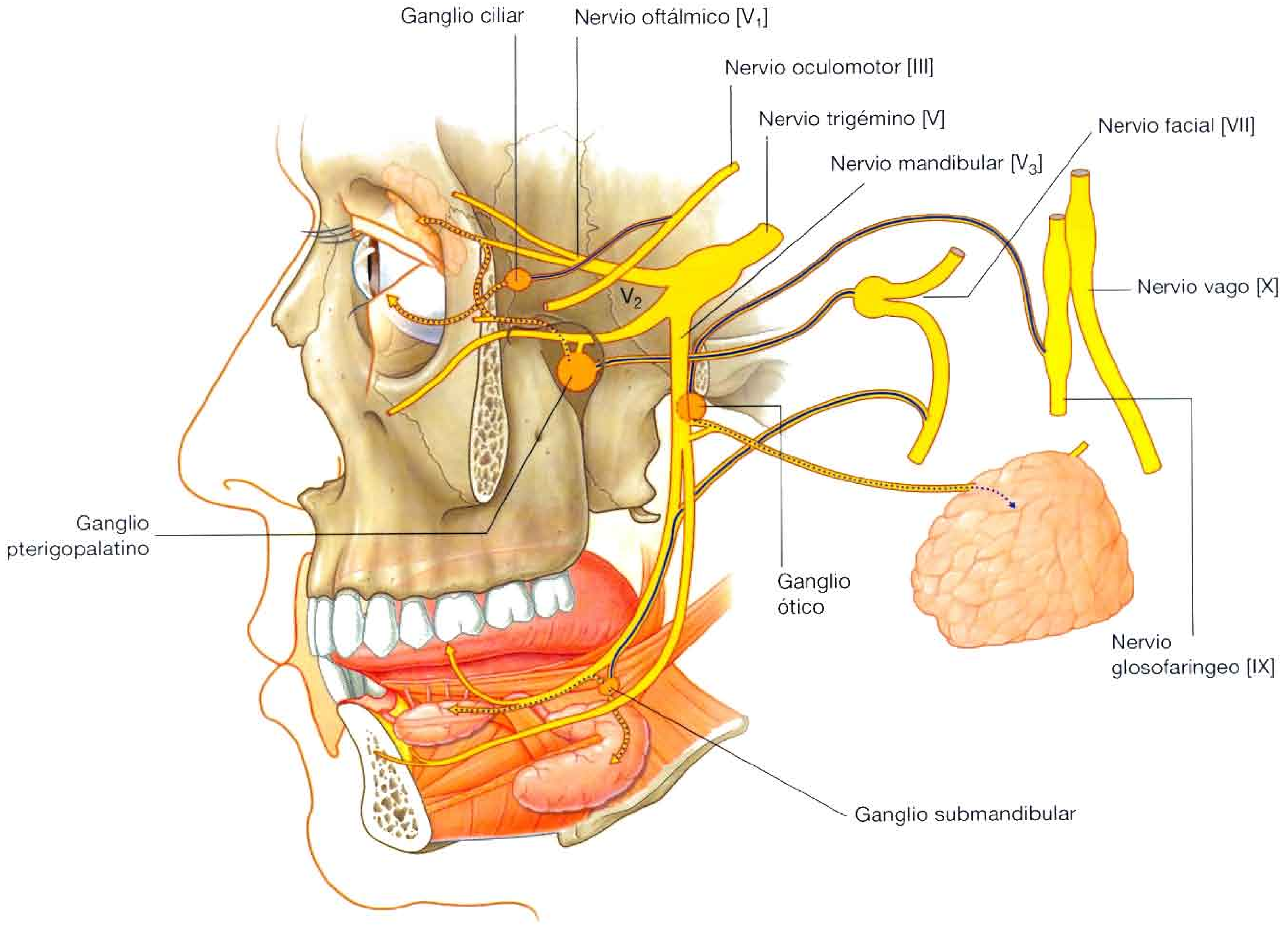


Fig. 8.14 Nervios craneales e inervación parasimpática.

Nervios cervicales

Existen ocho nervios cervicales (C1 a C8):

- Los nervios C1 a C7 abandonan el conducto raquídeo por encima de sus respectivas vértebras.
- El nervio C8 sale entre las vértebras C7 y T1 (fig. 8.15A).

Las ramas anteriores de los nervios C1 a C4 forman el **plexo cervical**. Las ramas principales de este plexo inervan a los músculos pretiroideos, al diafragma (nervio frénico), a la piel de la región anterior y lateral del cuello, a la piel de la pared torácica anterosuperior y a la piel de las zonas inferiores de la cabeza (fig. 8.15B).

Los ramos anteriores de los nervios C5 a C8, junto a un gran componente del ramo anterior del nervio TI, forman el **plexo braquial**, encargado de la inervación del miembro superior.

Separación funcional de los aparatos digestivo y respiratorio

La faringe es una cámara común al aparato digestivo y al respiratorio. Por consiguiente, es posible respirar tanto a través de la boca como de la nariz; y el material desde la cavidad oral, en potencia, puede introducirse tanto en el esófago como en la laringe. *Implicaciones importantes:*

- *A través de la cavidad oral puede accederse a la vía aérea inferior mediante intubación.*

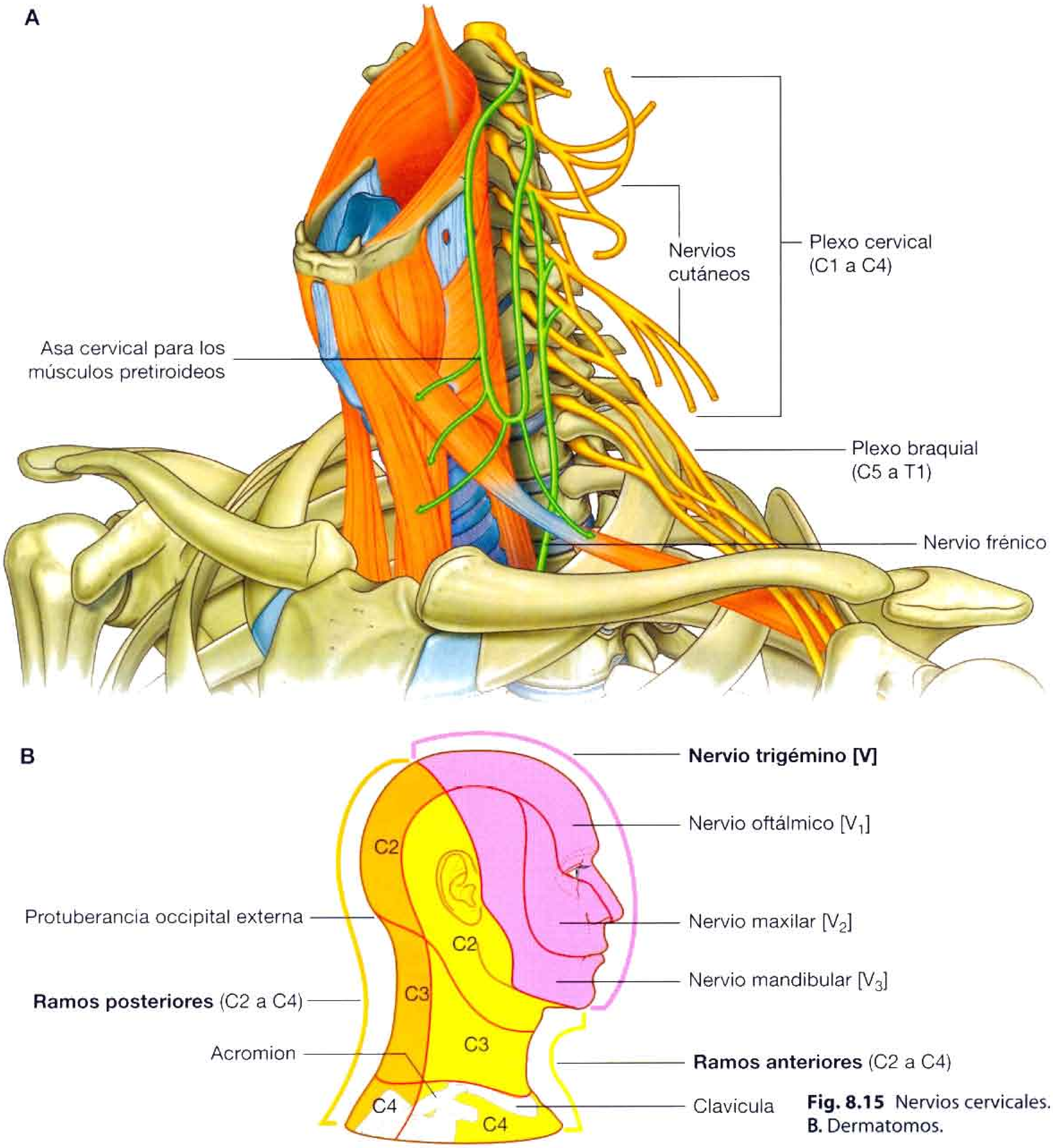


Fig. 8.15 Nervios cervicales. **A.** Estructura. **B.** Dermatomos.

- *A través de la cavidad nasal se puede acceder al aparato digestivo (esófago) por medios de sondas nasogástricas.*

En condiciones normales, el paladar blando, la epiglotis y los tejidos blandos del interior de la laringe actúan a modo de válvulas que impiden la entrada de líquido o de alimentos hacia los tramos inferiores del aparato respiratorio.

Durante la respiración normal, la vía aérea está abierta y el aire pasa libremente a través de las cavidades nasales (o de la cavidad oral), la faringe, la laringe y la tráquea (fig. 8.16A). La luz del esófago por lo general se encuentra cerrada debido a que, a diferencia de la vía aérea, no posee estructuras esqueléticas de sostén que lo mantengan abierto.

Cuando la cavidad oral se encuentra llena de líquido o de alimentos, el paladar blando desciende (se deprime) para cerrar el

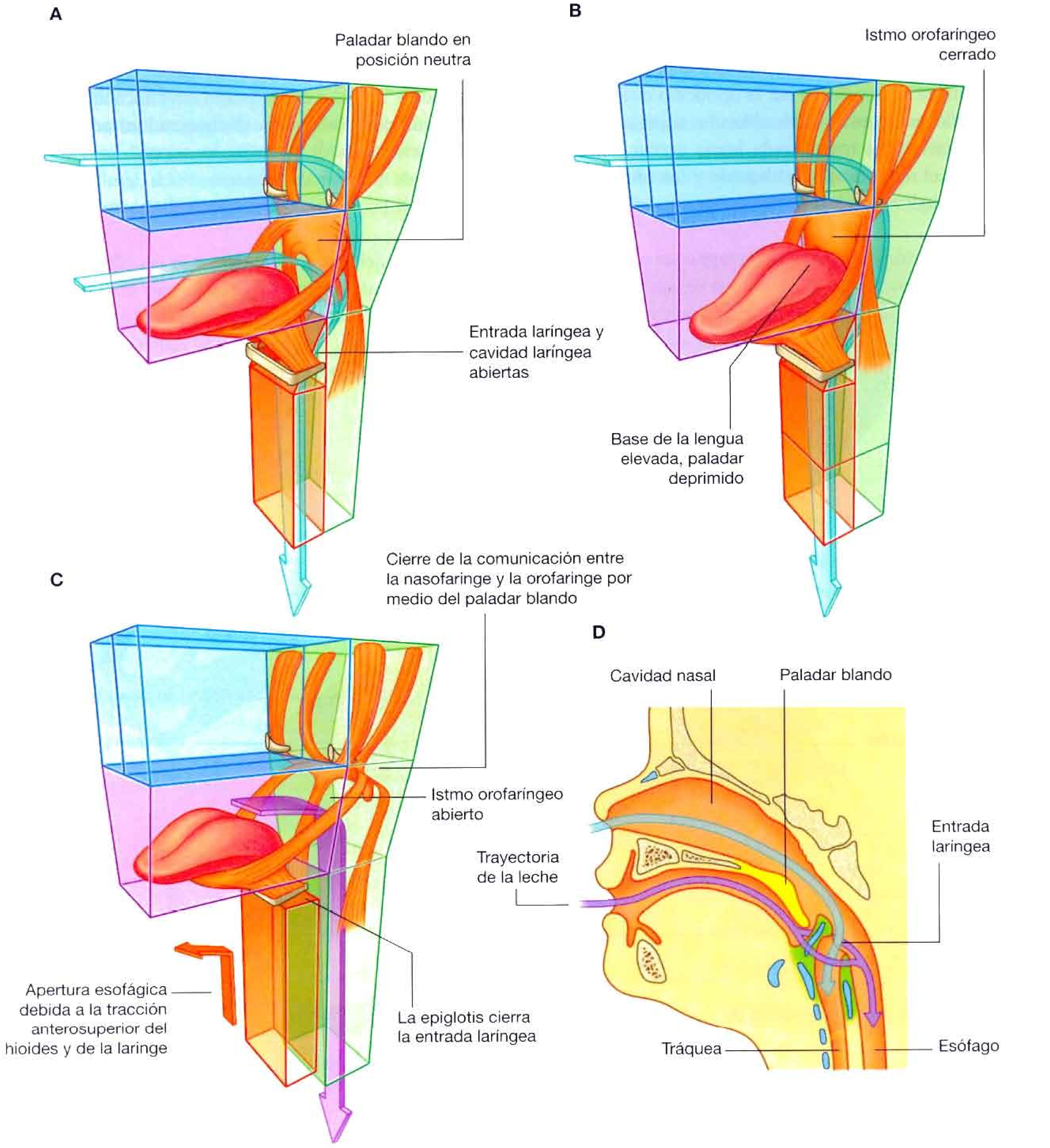


Fig. 8.16 Laringe, paladar blando, epiglotis e istmo orofaríngeo. **A.** Respiración normal. **B.** Respiración con alimentos o líquidos en la cavidad oral. **C.** Deglución. **D.** En el recién nacido.

istmo orofaríngeo, permitiendo por tanto la entrada de líquidos y alimentos a la cavidad oral durante la respiración (fig. 8.16B).

Durante la deglución, el paladar blando y ciertas partes de la laringe actúan a modo de válvulas para asegurar el tránsito adecuado de los alimentos desde la cavidad oral hasta el esófago (fig. 8.16C).

El paladar blando se eleva para abrir el istmo orofaríngeo a la vez que separa la parte nasal de la faringe de la parte oral. De este modo se impide que los alimentos y los líquidos asciendan hacia la nasofaringe o las cavidades nasales.

La epiglotis cierra la entrada laríngea y gran parte de la cavidad laríngea se ve ocluida por la oposición de las cuerdas vocales y de los pliegues de tejidos blandos superiores a ellas. Además, la laringe es traccionada hacia arriba y adelante para facilitar el movimiento del líquido y los alimentos por encima y alrededor de la laringe cerrada en su tránsito hacia el esófago.

Los recién nacidos presentan la laringe a un nivel más alto en el cuello y la epiglotis está por encima del nivel del paladar blando (fig. 8.16D), por lo que pueden alimentarse y respirar al mismo tiempo ya que el líquido circula alrededor de la laringe sin riesgo de penetrar en la vía aérea. Durante el segundo año de vida, la laringe desciende hacia la posición cervical inferior característica de los adultos.

Triángulos del cuello

Los dos músculos (trapecio y esternocleidomastoideo) que forman parte del collar cervical externo, dividen el cuello en un triángulo anterior y otro posterior a cada lado (fig. 8.17).

Los límites de cada triángulo anterior son los siguientes:

- La línea media vertical del cuello.
- El borde inferior de la mandíbula.
- El borde anterior del músculo esternocleidomastoideo.

El triángulo posterior se encuentra limitado por:

- El tercio medio de la clavícula.
- El borde anterior del trapecio.
- El borde posterior del esternocleidomastoideo.

A través del triángulo anterior se accede a las principales estructuras que pasan entre la cabeza y el tórax.

El triángulo posterior se encuentra situado en parte sobre la entrada axilar, y se asocia con estructuras (nervios y vasos) que se dirigen o retornan del miembro superior.

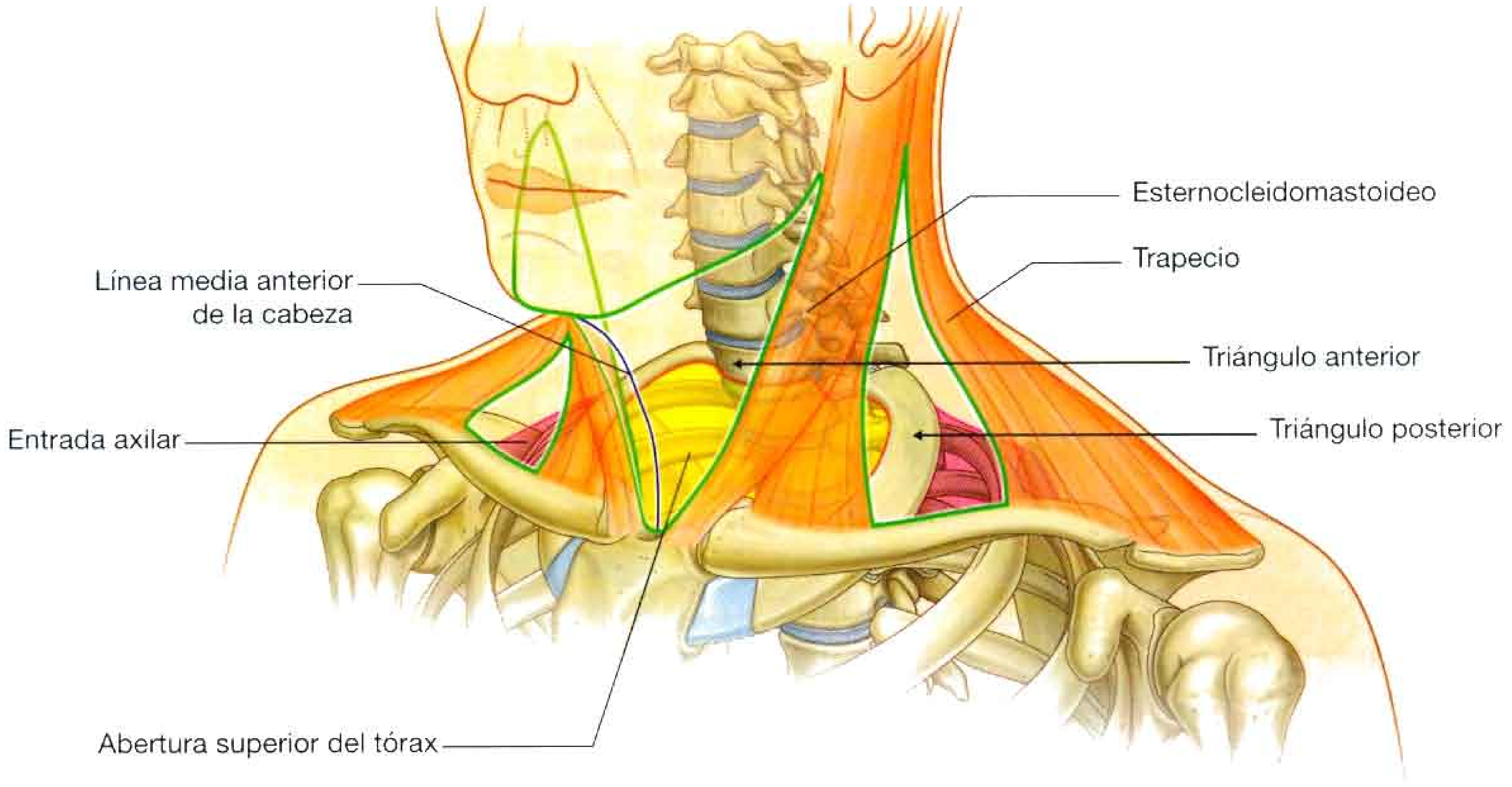


Fig. 8.17 Triángulos anterior y posterior del cuello.

Anatomía regional

EL CRÁNEO

El cráneo se compone de 22 huesos, sin contar los huesecillos del oído. Excepto la mandíbula, son inmóviles y se unen entre sí por medio de suturas.

El cráneo puede subdividirse en:

- Una porción superior (la **calota**), que conforma la cavidad craneal que alberga al encéfalo.
- Una porción inferior, el **esqueleto facial (viscerocráneo)**.

Los huesos que componen la calota son los temporales y los parietales, pares; y el frontal, el esfenoides, el etmoides y el occipital, impares.

Los huesos que forman el esqueleto facial son los huesos nasales, los huesos palatinos, los huesos lagrimales, los huesos cigomáticos, los maxilares, las conchas nasales inferiores, pares, y el vómer, impar.

La mandíbula no se considera un componente del cráneo ni del esqueleto facial.

Visión anterior

En la visión anterior del cráneo se distingue la **frente** en la zona superior, y en la zona inferior, las órbitas, la **región nasal**, la parte de la cara situada entre la órbita, el maxilar y la mandíbula (fig. 8.18).

Hueso frontal

La frente está formada por el **hueso frontal**, que también forma la parte superior del reborde orbitario (fig. 8.18).

Justo por encima del reborde orbitario en cada lado se encuentran unas elevaciones denominadas **arcos superciliares**. Los arcos superciliares son más pronunciados en los varones que en las mujeres. Entre ellos se encuentra una pequeña depresión (la **glabela**).

En la región media del reborde orbitario superior de cada órbita se identifica con claridad el **agujero supraorbitario** (**escotadura supraorbitaria**; tabla 8.1).

Tabla 8.1 Agujeros externos del cráneo

Agujero	Estructuras que discurren a través de los agujeros
Visión anterior	
Agujero supraorbitario	Nervio y vasos supraorbitarios
Agujero infraorbitario	Nervio y vasos infraorbitarios
Agujero mentoniano	Nervio y vasos mentonianos
Visión lateral	
Agujero cigomático-facial	Nervio cigomático-facial
Visión superior	
Agujero parietal	Venas emisarias
Visión inferior	
Agujero incisivo	Nervio nasopalatino; vasos esfenopalatinos
Agujero palatino mayor	Nervio y vasos palatinos mayores
Agujero palatino menor	Nervio y vasos palatinos menores
Conducto pterigoideo	Nervio y vasos pterigoideos
Agujero oval	Nervio mandibular [V_3]
Agujero espinoso	Arteria meníngea media
Agujero rasgado	Ocupado por cartílago
Agujero carotídeo	Arteria carótida interna y plexo nervioso
Agujero magno	Continuación del encéfalo y de la médula espinal; arterias vertebrales y plexos nerviosos; arteria espinal anterior; arterias espinales posteriores; raíces del nervio accesorio [XI]; meninges
Conducto condilar	Venas emisarias
Conducto del hipogloso	Nervio hipogloso [XII] y vasos
Agujero yugular	Vena yugular interna; seno petroso inferior
Agujero estilomastoideo	Nervio facial [VII]

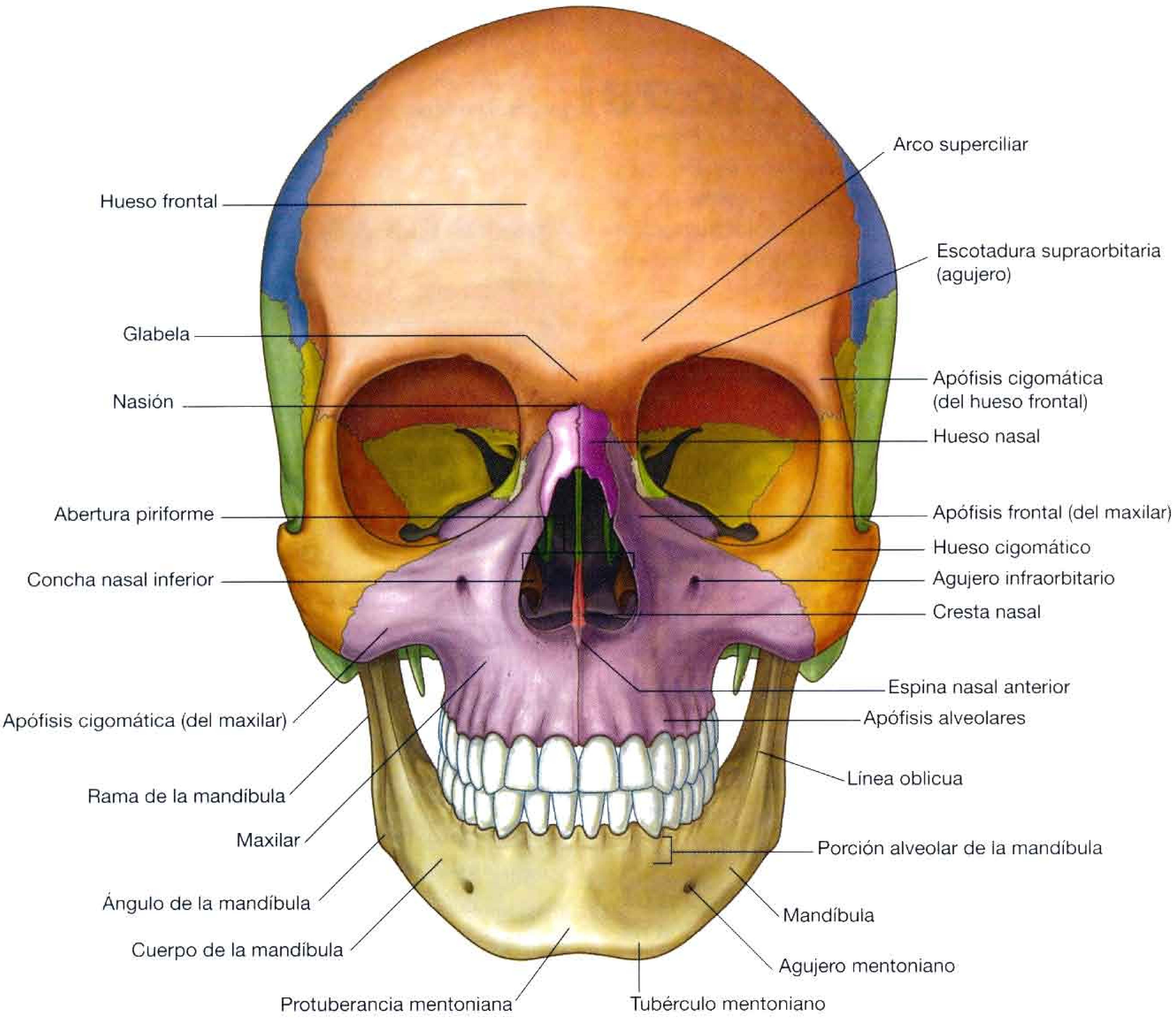


Fig. 8.18 Visión anterior del cráneo.

El hueso frontal, medialmente, emite una prolongación inferior que forma parte del reborde orbitario medial.

Lateralmente, el hueso frontal emite otra prolongación inferior, la **apófisis cigomática,** que forma el reborde lateral superior de la órbita. Esta apófisis se articula con la **apófisis frontal** del hueso cigomático.

Huesos cigomático y nasal

El **hueso cigomático** (malar) forma la porción inferior del reborde orbitario lateral, así como la porción lateral del reborde orbitario inferior.

Superiormente, en la región nasal, los huesos nasales pares se articulan entre sí en la línea media, y con el hueso frontal superiormente. El centro de la **sutura frontonasal,** formada por la articulación de los huesos nasales con el hueso frontal, constituye el **nasión.**

Cada hueso nasal se articula lateralmente con la **apófisis frontal** de cada maxilar.

En la región nasal, inferiormente se encuentra el **agujero piriforme,** que representa la gran abertura anterior en la región nasal de la cavidad nasal. Este orificio se encuentra limitado superiormente por los huesos nasales, y lateral e inferiormente por los huesos maxilares.

A través del agujero piriforme son visibles las **crestas nasales** fusionadas, que forman la porción inferior del **septo nasal** óseo y que termina anteriormente en la **espina nasal anterior**, así como la **concha nasal inferior**.

Hueso maxilar

Los huesos maxilares ocupan la región de la cara comprendida entre la órbita y los dientes superiores.

Superiormente, cada hueso maxilar contribuye a formar los rebordes orbitarios inferior y medial.

Cada hueso maxilar posee una **apófisis cigomática**, que se articula lateralmente con el hueso cigomático, y una apófisis frontal que se articula medialmente con el hueso frontal.

Inferiormente, se encuentra el **cuerpo del maxilar**, que corresponde a la parte de maxilar lateral a la abertura de la cavidad nasal.

El **agujero infraorbitario** se encuentra en la superficie anterior del cuerpo del maxilar, inmediatamente por debajo del reborde orbitario inferior (tabla 8.1).

Inferiormente, cada maxilar termina en las **apófisis alveolares**, que contienen los dientes y forman el maxilar.

Mandíbula

En una visión anterior del cráneo, la mandíbula es la estructura más inferior. Está formado por el **cuerpo de la mandíbula** anteriormente y la **rama mandibular** por detrás. Ambas partes se reúnen posteriormente en el **ángulo de la mandíbula.** Todas estas partes de la mandíbula son parcialmente visibles en una visión anterior.

El cuerpo de la mandíbula se divide arbitrariamente en dos partes:

- La parte inferior es la **base de la mandíbula.**
- La parte superior es la **porción alveolar de la mandíbula.**

La porción alveolar de la mandíbula contiene los dientes. La base de la mandíbula presenta una elevación en la línea media de su superficie anterior (la **protuberancia mentoniana**), donde se unen los dos lados de la mandíbula. Inmediatamente lateral a la protuberancia mentoniana, a cada lado, se encuentran unas regiones ligeramente más elevadas (los **tubérculos mentonianos**).

Lateralmente, se observa el **agujero mentoniano** (tabla 8.1), a media distancia entre el borde superior de la porción alveolar y el borde inferior de la base de la mandíbula. A continuación de este orificio, se encuentra una cresta (la **línea oblicua**) que se dirige desde la parte anterior de la rama mandibular hasta el cuerpo mandibular. La línea oblicua es un punto de inserción de los músculos que deprimen el labio inferior.

Visión lateral

En una visión lateral del cráneo se observa su pared externa, compuesta por la región lateral de la calota, del esqueleto facial, y la mitad de la mandíbula (fig. 8.19):

- Los huesos que forman la porción lateral de la calota incluyen los huesos frontal, parietal, occipital, esfenoides y temporal.
- Los huesos que componen la parte visible del esqueleto facial incluyen el nasal, el maxilar y el cigomático.
- La mandíbula forma la porción visible del maxilar inferior.

Porción lateral de la calota

La porción lateral de la calota comienza anteriormente con el hueso frontal. En su extremo superior, el hueso frontal se articula con el hueso parietal por medio de la **sutura coronal.** El hueso parietal a su vez se articula con el hueso occipital a través de la **sutura lambdoidea.**

En la zona inferior de la región lateral de la calota, el hueso frontal se articula con el **ala mayor** del hueso esfenoides (fig. 8.19), que a su vez se articula con el hueso parietal por medio de la **sutura esfenoparietal**, y con el borde anterior del hueso temporal por medio de la **sutura esfenoescamosa**.

La región donde los huesos frontal, parietal, esfenoides y temporal están muy próximos se denomina **pterión.** *Las consecuencias clínicas de una fractura de cráneo en esta zona pueden ser muy graves. En esta región el hueso es particularmente fino y se encuentra sobre la zona de división anterior de la arteria meníngea media, que puede romperse durante la fractura de cráneo y dar lugar a un hematoma extradural.*

La última articulación en la porción inferior de la región lateral de la calota se establece entre el hueso temporal y el occipital, por medio de la **sutura occipitomastoidea.**

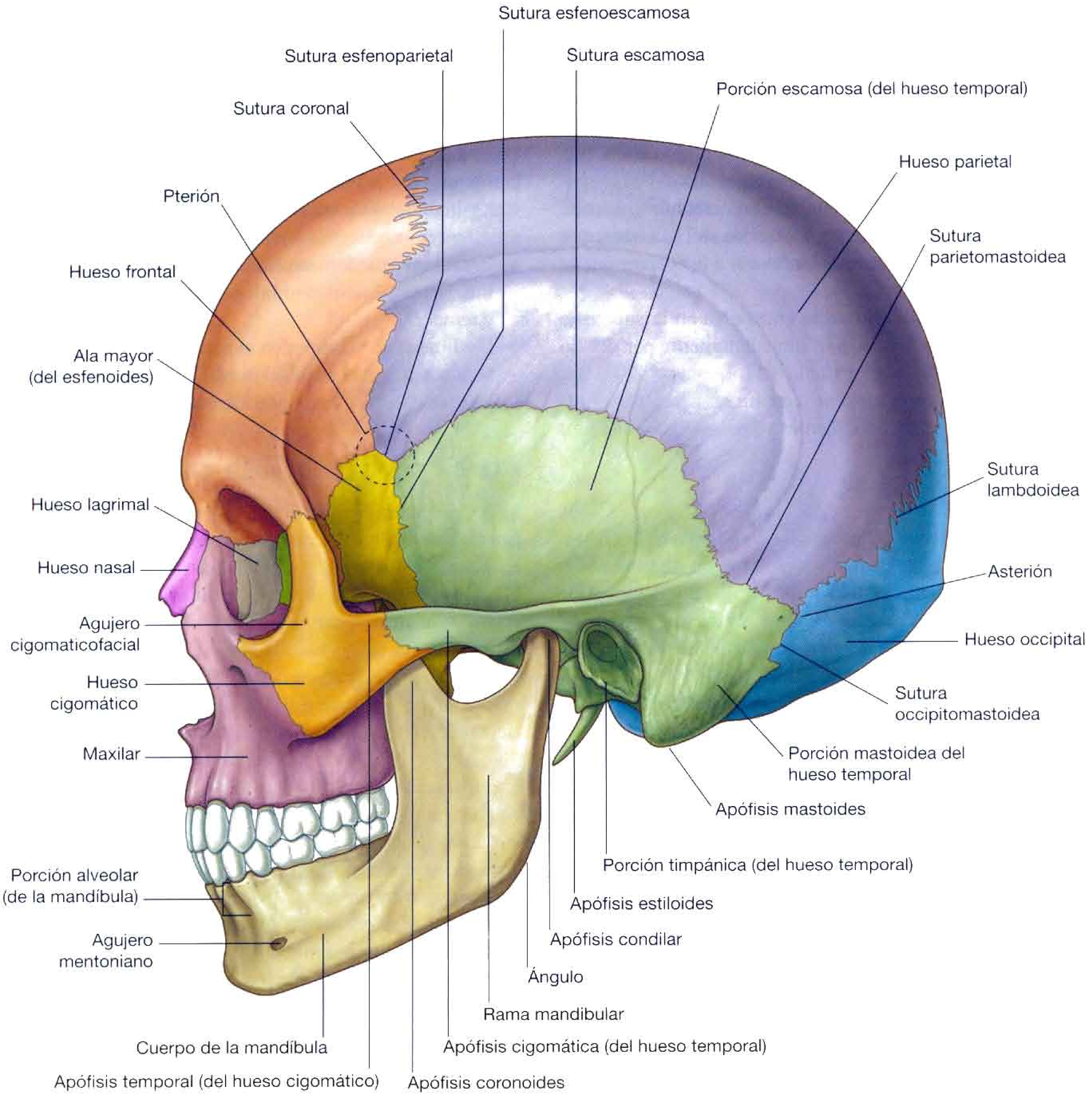


Fig. 8.19 Visión lateral del cráneo.

Hueso temporal

El hueso temporal constituye gran parte de la porción inferior de la pared lateral del cráneo (fig. 8.19). En él pueden distinguirse las siguientes partes:

- La **porción escamosa**, una superficie plana de gran tamaño que forma las partes anterior y superior del hueso temporal, contribuye a la pared lateral del cráneo y se articula anteriormente con el ala mayor del hueso esfenoides por medio de la sutura esfenoescamosa y superiormente con el hueso parietal por medio de la sutura escamosa.
- La **apófisis cigomática** es una proyección ósea anterior que emerge de la superficie inferior de la porción escamosa del hueso temporal que inicialmente se proyecta lateralmente y a continuación se curva anteriormente hasta articularse con la apófisis temporal del hueso cigomático para formar el **arco cigomático.**
- Inmediatamente por debajo del origen de la apófisis cigomática de la porción escamosa del hueso temporal se encuentra la **porción timpánica**, siendo claramente visible sobre su superficie la **abertura acústica externa** que conduce al **meato acústico externo** (conducto auditivo).
- La porción petromastoidea que, por lo general y con fines descriptivos, se divide en una **porción petrosa** o **peñasco** y una **porción mastoidea.**

La región mastoidea es la parte más posterior del hueso temporal y la única parte de la porción petromastoidea que se observa en una visión lateral del cráneo. Se continúa por delante con la porción escamosa del temporal, se articula superiormente con el hueso parietal por medio de la **sutura parietomastoidea**, y posteriormente lo hace con el hueso occipital a través de la sutura occipitomastoidea. Estas dos suturas se continúan entre sí, y la sutura parietomastoidea se continúa con la escamosa.

Desde el borde inferior de la porción mastoidea del hueso temporal se proyecta inferiormente una gran prominencia ósea (la **apófisis mastoides**), que sirve de punto de inserción de diversos músculos.

Medial a la apófisis mastoides, la **apófisis estiloides** se proyecta desde el borde inferior del hueso temporal.

Parte visible del esqueleto facial

En una visión lateral del cráneo pueden observarse diversos huesos del viscerocráneo, entre los que se incluyen el hueso nasal, el maxilar y el cigomático (fig. 8.19), de la forma siguiente:

- Uno de los pequeños huesos nasales, pares.
- El maxilar en la región media, inferior, sus alveolos dentarios, que contienen los dientes, forman el maxilar; superiormente contribuye a la formación del reborde orbitario inferior y medial; en la región interna, su apófisis frontal se articula con el hueso frontal y lateralmente, la apófisis cigomática se articula con el hueso cigomático.
- El hueso cigomático, un hueso de morfología irregular cuya superficie lateral redondeada forma la prominencia de la mejilla, es un elemento central en esta visión lateral, medialmente contribuye a la formación del reborde orbitario inferior por su articulación con la apófisis cigomática del hueso maxilar; superiormente, su apófisis frontal se articula con la apófisis cigomática del hueso frontal, participando en la formación del reborde orbitario lateral; en esta visión lateral del cráneo destaca la apófisis temporal horizontal del hueso cigomático, que se proyecta en dirección posterior para articularse con la apófisis cigomática del hueso temporal y crear de este modo el arco cigomático.

En la superficie lateral del hueso cigomático suele observarse un pequeño orificio (el **agujero cigomático facial**, v. tabla 8-1).

Mandíbula

La mandíbula es la estructura ósea más inferior y anterior que se observa en una visión lateral del cráneo. Se distingue una porción anterior, o cuerpo mandibular, y una porción posterior o rama mandibular. El ángulo de la mandíbula representa la unión del borde inferior del cuerpo de la mandíbula con el borde posterior de la rama mandibular (fig. 8.19).

Los dientes se sitúan en la porción alveolar del cuerpo mandibular. En esta visión lateral es posible observar la protuberancia mentoniana.

El agujero mentoniano se localiza sobre la superficie lateral del cuerpo de la mandíbula y en el extremo superior de la rama mandibular se observan la **apófisis condilar** y la **apófisis coronoides.**

El cóndilo participa en la articulación de la mandíbula con el hueso temporal, y la apófisis coronoides es el punto de inserción del músculo temporal.

Visión posterior

En la visión posterior del cráneo se observan los huesos occipital, parietal y temporal.

Hueso occipital

En esta visión del cráneo, la principal estructura que se observa en el centro es la **escama del hueso occipital**, una región plana (fig. 8.20) que se articula superiormente con los huesos parietales pares por medio de las suturas lambdoideas y lateralmente con los huesos temporales, por las suturas occipitomastoideas. A lo largo de la sutura lambdoidea pueden observarse pequeños islotes óseos (**huesos suturales** o huesos wormianos).

En el hueso occipital se distinguen numerosos detalles anatómicos. En la línea media existe un saliente (la **protuberancia occipital externa**) a partir del cual se proyectan lateralmente unas líneas curvas (las **líneas nucales superiores**). El punto más saliente de la protuberancia occipital externa es el **inión**. A 2,5 cm (1 pulgada) aproximadamente por debajo de la líneas nucales superiores, se encuentran otras dos líneas adicionales curvas lateralmente (las **líneas nucales inferiores**). La **cresta occipital externa** se extiende hacia abajo a partir de la protuberancia occipital externa.

Huesos temporales

En una visión posterior del cráneo, lateralmente se observan los huesos temporales, con las destacadas apófisis mastoides (fig. 8.20). En el borde inferomedial de cada apófisis mastoides se encuentra una escotadura (la **incisura mastoidea**), que sirve de punto de inserción del vientre posterior del músculo digástrico.

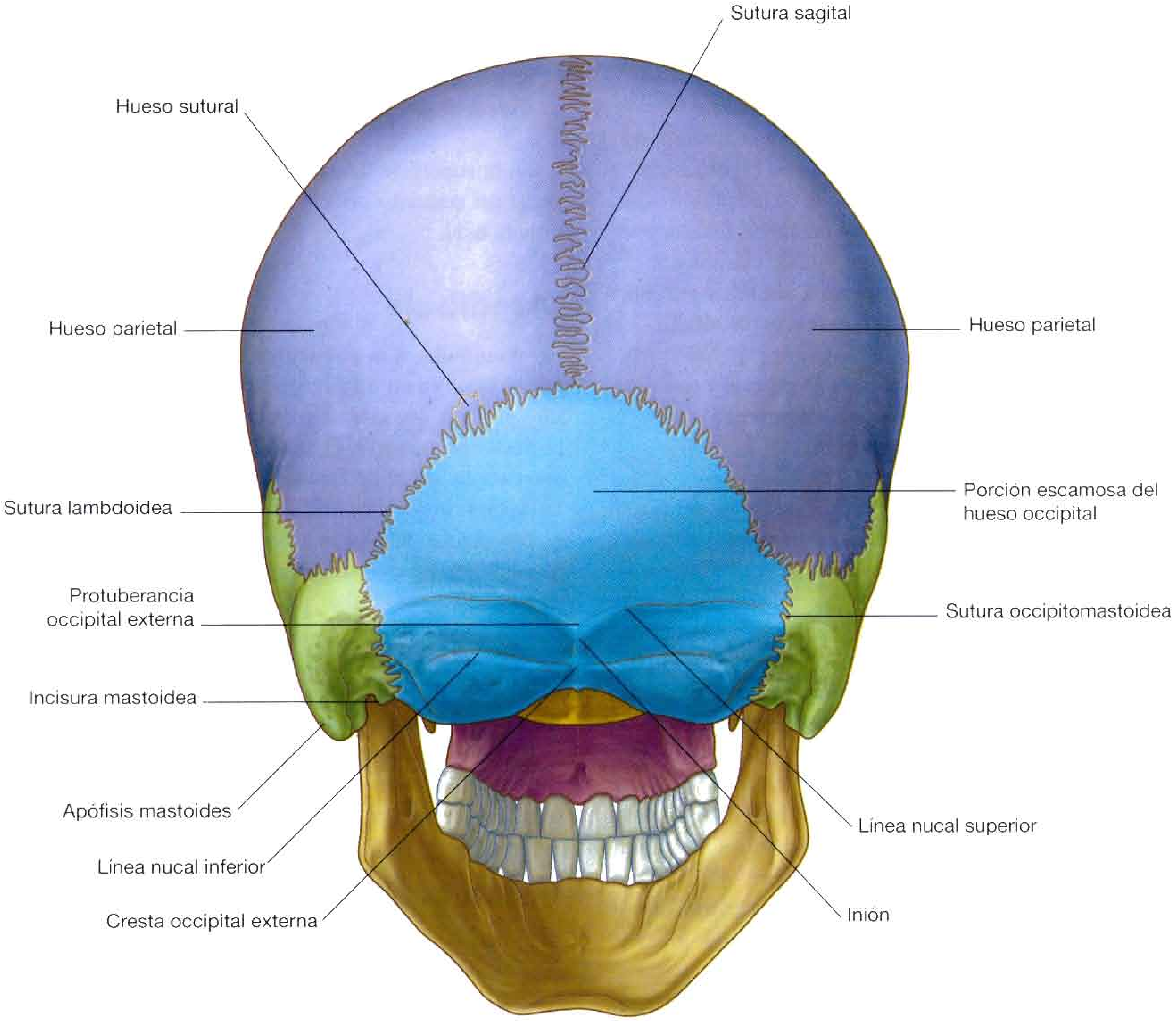


Fig. 8.20 Visión posterior del cráneo.

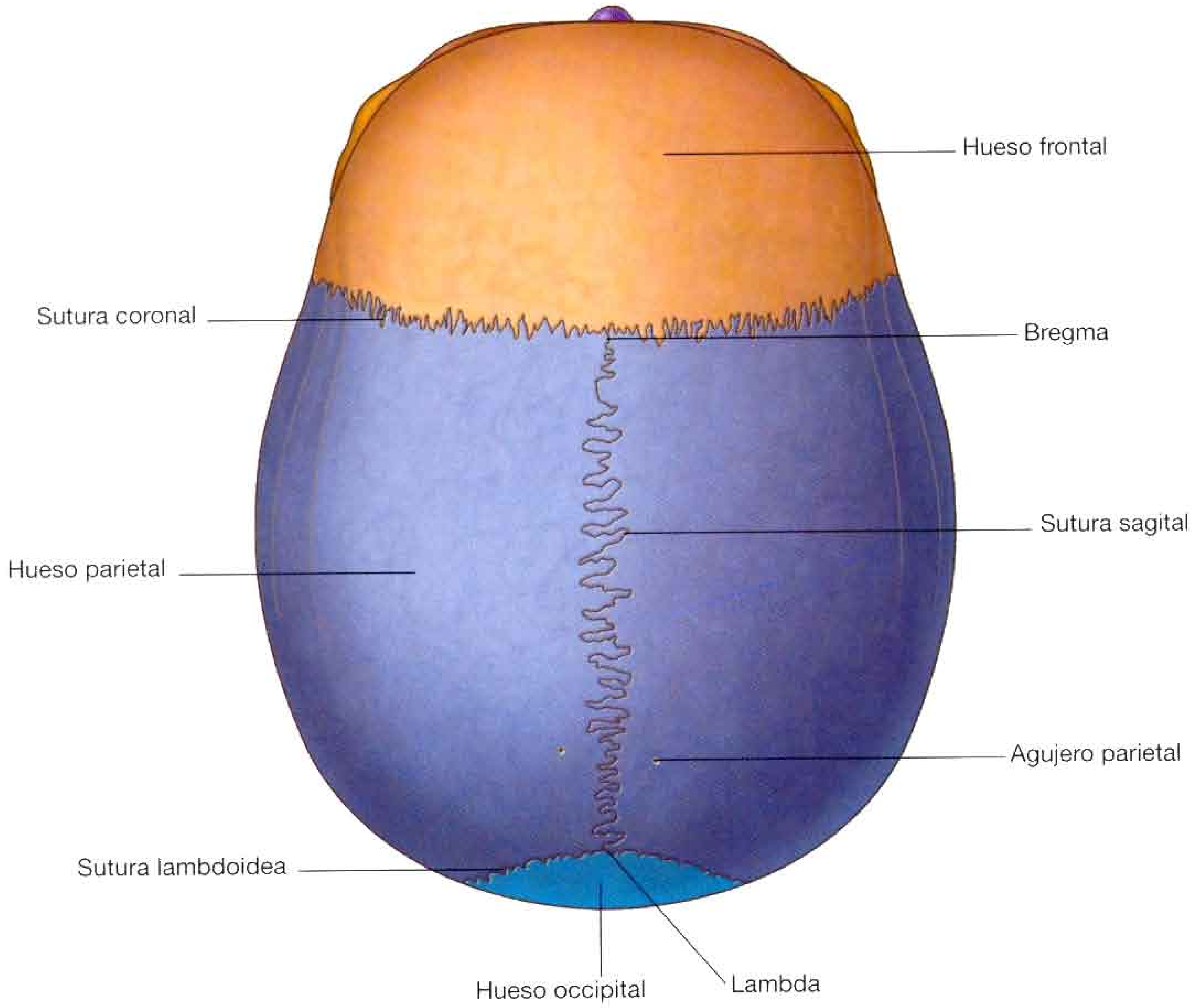


Fig. 8.21 Visión superior del cráneo.

Visión superior

En una visión superior del cráneo se observan el hueso frontal, los huesos parietales y el hueso occipital (fig. 8.21). Estos huesos forman la parte superior de la **calota** craneana (calvaria).

En dirección anteroposterior se distingue:

- El hueso frontal, único, se articula con los huesos parietales mediante la sutura coronal.
- Los dos huesos parietales se articulan entre sí en la línea media a través de la sutura sagital.
- Los huesos parietales se articulan con el occipital, hueso único, por medio de la sutura lambdoidea.

La confluencia de las suturas sagital y coronal constituye el **bregma** y la unión de las suturas sagital y lambdoidea forma el punto **lambda**.

Los únicos orificios visibles en esta visión del cráneo son los agujeros parietales, situados uno en cada parietal a los lados de la sutura sagital, en su región posterior (fig. 8.21).

Los huesos que componen la calota (fig. 8.22) poseen una estructura característica, consistente en unas tablas interna y externa densas de hueso compacto, separadas por una capa de hueso esponjoso (el **diploe**).

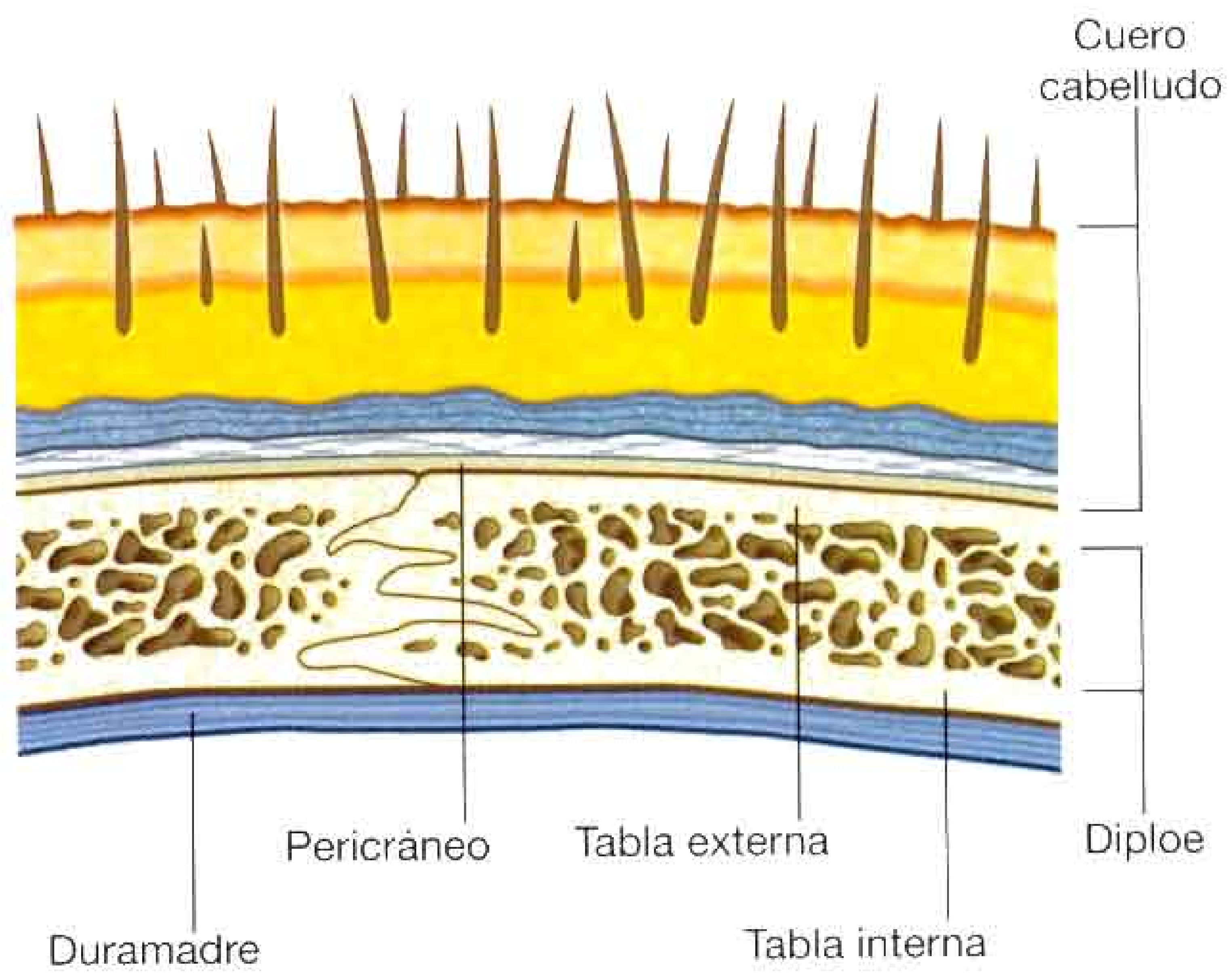


Fig. 8.22 Calota.

Visión inferior

En una visión inferior del cráneo se observa su base, que se extiende anteriormente desde los dientes incisivos medios hasta las líneas nucales superiores posteriormente, y lateralmente hasta las apófisis mastoides y los arcos cigomáticos (fig. 8.23).

Con fines descriptivos, la base del cráneo se suele dividir en:

- Una parte anterior, que incluye los dientes y el paladar óseo.
- Una región media, que se extiende desde la porción posterior del paladar duro hasta el borde anterior del agujero magno.
- Una parte posterior, que se extiende desde el borde anterior del agujero magno hasta las líneas nucales superiores.

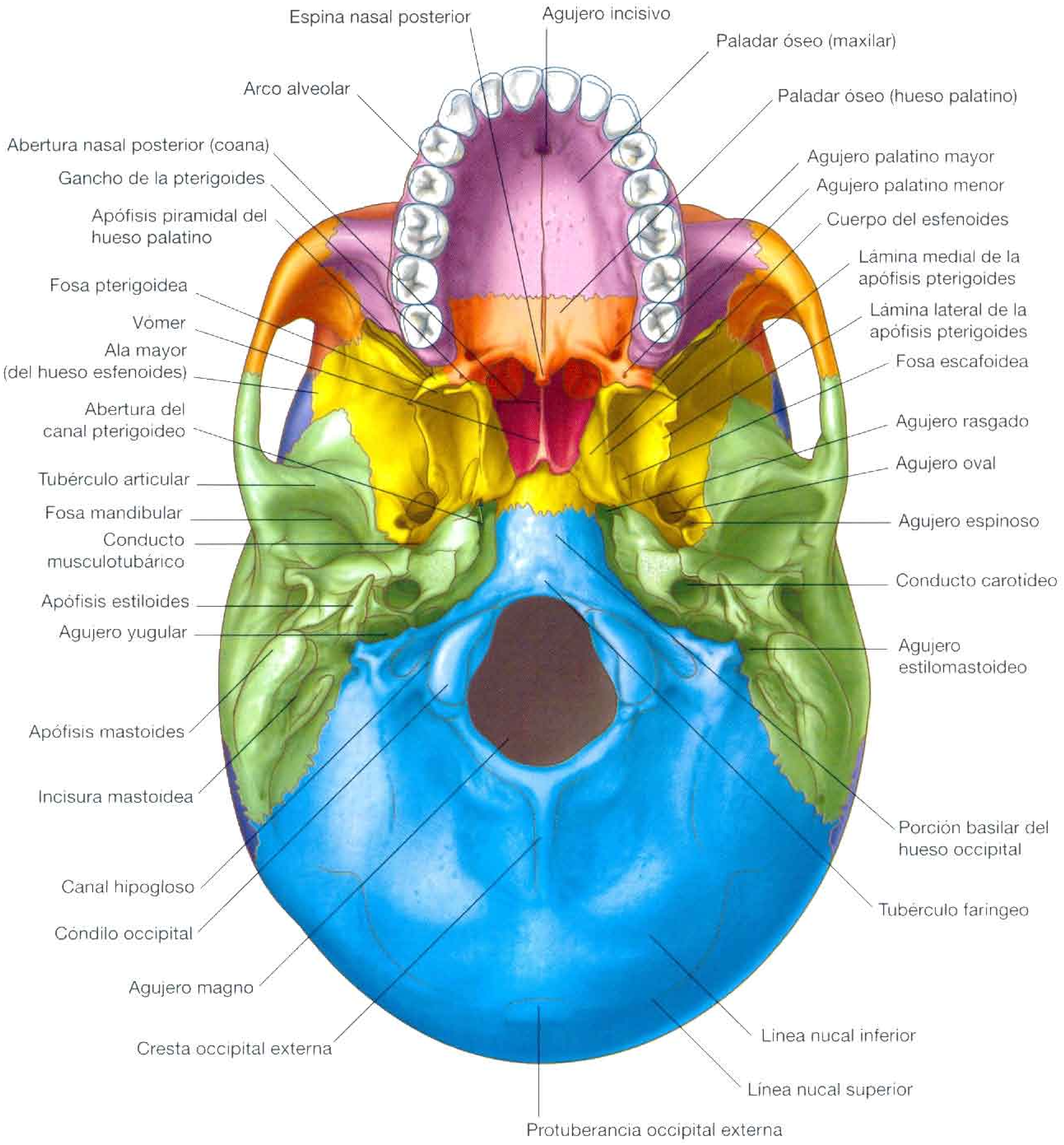


Fig. 8.23 Visión inferior del cráneo.

Parte anterior

Los principales elementos de la parte anterior de la base del cráneo son los dientes y el paladar óseo.

Los dientes se proyectan desde los **arcos alveolares** de ambos maxilares. Estos arcos poseen una forma de U y bordean el paladar duro por los tres lados (fig. 8.23).

El **paladar óseo** está formado anteriormente por las **apófisis palatinas** de ambos huesos maxilares y posteriormente por las **láminas horizontales** de cada **hueso palatino.**

Las apófisis palatinas pares de cada maxilar se unen en la línea media a través de la **sutura intermaxilar.** Los huesos maxilares pares y los huesos palatinos pares se articulan por medio de la **sutura palatomaxilar** y las láminas horizontales de cada hueso palatino se unen en la línea media por la **sutura interpalatina.**

Cuando se examina el paladar duro, se distinguen los siguientes detalles anatómicos:

- En la línea media anterior, inmediatamente posterior a los dientes se encuentra la **fosa incisiva,** cuyas paredes contienen el **agujero incisivo** (la abertura de los **conductos incisivos,** que representan vías de paso entre el paladar duro y la cavidad nasal).
- Próximos al borde posterolateral del paladar óseo, a ambos lados, se encuentran los **agujeros palatinos mayores,** que llevan a los **conductos palatinos mayores.**
- Posteriores a los agujeros palatinos mayores, en la **apófisis piramidal** de cada hueso palatino se encuentran los **agujeros palatinos menores,** que llevan a los **conductos palatinos menores.**
- En la línea media del borde posterior libre del paladar óseo se observa una proyección ósea afilada (la **espina nasal posterior**).

Región media

La región media de la base del cráneo es compleja:

- En su mitad anterior están los huesos vómer y esfenoides.
- En su mitad posterior están los huesos occipital y temporales pares.

Mitad anterior

Vómer

El hueso vómer se sitúa en la línea media anteriormente, sobre el hueso esfenoides (fig. 8.23). Contribuye a la formación del septo nasal óseo que separa ambas coanas.

Esfenoides

El hueso esfenoides constituye la mayor parte de la mitad anterior de la región media de la base del cráneo.

Posee un **cuerpo** situado centralmente a partir del cual se proyectan lateralmente un par de **alas mayores** y otro par de **alas menores.** En dirección caudal se proyectan las **apófisis pterigoides,** inmediatamente laterales a cada coana.

En la visión inferior del cráneo se observan tres partes del hueso esfenoides: el cuerpo, las alas mayores y las apófisis pterigoides (fig. 8.23).

Cuerpo

El cuerpo del esfenoides es un cubo de hueso situado centralmente y posee dos grandes senos neumáticos separados por un septo. Se articula anteriormente con el vómer, el etmoides y los huesos palatinos; posterolateralmente con los huesos temporales y posteriormente con el hueso occipital.

Apófisis pterigoides

Las apófisis pterigoides se proyectan en dirección caudal desde la unión entre el cuerpo y las alas mayores (fig. 8.23). Cada apófisis posee una **lámina medial** estrecha y una **lámina lateral,** más ancha, separadas por la **fosa pterigoidea.**

Cada lámina medial de la apófisis pterigoides finaliza inferiormente por una proyección unciforme, el **gancho de la pterigoides,** se divide superiormente para formar una fosa pequeña y plana, la **fosa escafoidea.**

Inmediatamente superior a la fosa escafoidea, en la raíz de la lámina medial de la apófisis pterigoides, se encuentra la abertura del **conducto pterigoideo,** cerca del borde anterior del agujero rasgado anterior.

Ala mayor

El ala mayor del esfenoides es lateral y posterolateral a la lámina lateral de la apófisis pterigoides (fig. 8.23). Forma parte tanto de la base del cráneo como de su pared lateral. También se articula posterior y lateralmente con el hueso temporal.

En la visión inferior de la superficie del ala mayor, sobre su borde posterolateral, cerca del extremo superior de la lámina lateral de la apófisis pterigoides, se observan dos estructuras importantes, el agujero oval y el agujero espinoso.

Mitad posterior

La mitad posterior de la región media de la base del cráneo está integrada por el hueso occipital y los huesos temporales (fig. 8.23).

Hueso occipital

El hueso occipital, o más concretamente su **porción basilar,** se encuentra en la línea media, inmediatamente posterior al cuerpo del esfenoides. Se extiende posteriormente hasta el **agujero magno** y está limitada lateralmente por los huesos temporales.

En la porción basilar del hueso occipital destaca el **tubérculo faríngeo**, una protuberancia ósea mediante la que se insertan estructuras de la faringe en la base del cráneo (fig. 8.23).

Hueso temporal

Inmediatamente lateral a la región basilar del hueso occipital se encuentra la porción petrosa de la región petromastoidea de cada hueso temporal.

La porción petrosa del hueso temporal posee una forma de cuña de **vértice** anteromedial. Limita con el ala mayor del esfenoides anteriormente y la porción basilar del hueso occipital posteriormente. Su vértice forma uno de los límites del **agujero rasgado**, una abertura irregular que durante la vida se encuentra ocupada por un cartílago (fig. 8.23).

El agujero rasgado se encuentra limitado medialmente por la porción basilar del hueso occipital y anteriormente por el cuerpo del esfenoides.

Posterolateral al agujero rasgado, ya en la porción petrosa del hueso temporal, se encuentra la gran abertura circular del **conducto carotídeo.**

Entre la porción petrosa del hueso temporal y el ala mayor del esfenoides se localiza un surco para la porción cartilaginosa de la **trompa faringotimpánica (trompa auditiva).** Este surco se continúa posterolateralmente con un conducto óseo en la porción petrosa del hueso temporal, también para la trompa faringotimpánica.

La escama del hueso temporal, situada lateral al ala mayor del esfenoides, forma la articulación temporomandibular. Contiene la **fosa mandibular**, una concavidad donde la cabeza de la mandíbula articula con la base del cráneo. El prominente **tubérculo articular** es un detalle anatómico importante de esta articulación y consiste en la proyección inferior del borde anterior de la fosa mandibular (fig. 8.23).

Parte posterior

La parte posterior de la base del cráneo se extiende desde el borde anterior del agujero magno posteriormente hasta las líneas nucales superiores (fig. 8.23). Se encuentra formada por el hueso occipital en el centro y los huesos temporales lateralmente.

Hueso occipital

El hueso occipital es el principal elemento óseo de esta región de la base del cráneo (fig. 8.23). Posee cuatro partes organizadas alrededor del agujero magno, un detalle anatómico importante de esta región a través del cual se continúa el encéfalo con la médula espinal. Estas regiones son la escama, posterior al agujero magno; las **porciones laterales**, externas al agujero magno; y la **porción basilar**, anterior al mismo (fig. 8.23).

Las porciones laterales y la escama son elementos constituyentes de la región posterior de la base del cráneo.

Cuando se examina la base del cráneo, la característica más destacada de la escama del hueso occipital es una cresta ósea (la cresta occipital externa) que se prolonga en dirección inferior desde la protuberancia occipital externa hasta el agujero magno. Las líneas nucales inferiores se extienden lateralmente a partir del punto medio de esta cresta.

Las porciones laterales del hueso occipital inmediatamente por fuera del agujero magno, poseen numerosos detalles anatómicos de importancia.

A cada lado del reborde anterolateral del agujero magno se observan los **cóndilos occipitales** (fig. 8.23), unas estructuras redondeadas pares que se articulan con el atlas (vértebra C1). Posterior a cada cóndilo se encuentra una depresión (la **fosa condilar**), que contiene el **conducto condíleo** y anterior y superior a los mismos se encuentra el gran **conducto del hipogloso.** Lateral a cada conducto del hipogloso se sitúa el **agujero yugular**, un orificio irregular y de gran tamaño formado por la unión de las **escotaduras yugulares** de los huesos occipital y temporal.

Hueso temporal

El hueso temporal ocupa la porción lateral de la región posterior de la base del cráneo. Las partes del hueso temporal visibles en esta zona son la porción mastoidea de la región petromastoidea y la apófisis estiloides (fig. 8.23).

El borde lateral de la porción mastoidea se identifica por la apófisis mastoides, cónica y de gran tamaño que se proyecta desde su superficie inferior. Esta destacada estructura ósea es el punto de inserción de diversos músculos. En la cara medial de la apófisis mastoides se encuentra la profunda incisura mastoidea, otro punto de inserción muscular.

Anteromedial a la apófisis mastoides se encuentra la apófisis estiloides, una estructura acicular que se proyecta a partir del borde inferior del hueso temporal. La apófisis estiloides también representa un punto de inserción de numerosos músculos y ligamentos.

Por último, entre las apófisis estiloides y mastoides se encuentra el agujero estilomastoideo.

CAVIDAD CRANEAL

La cavidad craneal es el espacio que, limitado por la calota, alberga al encéfalo, las meninges, las porciones proximales de los nervios craneales, los vasos sanguíneos y los senos venosos craneales.

Techo

La calota es el techo en forma de cúpula que protege la superficie cerebral superior. Está compuesto por el hueso frontal por delante, los huesos parietales pares en su región media y el hueso occipital posteriormente (fig. 8.24).

Las suturas visibles internamente incluyen:

- La sutura coronal, entre el hueso frontal y los parietales.
- La sutura sagital, entre los huesos parietales pares.
- La sutura lambdoidea, entre los huesos parietales y el occipital.

Los cruces visibles de estas suturas son el bregma, donde se unen las suturas sagital y coronal, y el lambda, entre las suturas sagital y lambdoidea.

Otros detalles de la superficie interna de la calota incluyen las crestas óseas y numerosos surcos y depresiones.

Los detalles visibles en la superficie ósea del techo de la cavidad craneal son, de anterior a posterior:

- Una cresta ósea en la línea media, que se extiende desde la superficie del hueso frontal (la **cresta frontal**) y sirve de inserción a la **hoz del cerebro** (una especialización de la duramadre que separa parcialmente los dos hemisferios cerebrales).
- En el punto superior de la terminación de la cresta frontal se observa el inicio del **surco del seno sagital superior**, que se ensancha y profundiza en dirección posterior, y marca la posición del seno sagital superior (una estructura venosa intradural):

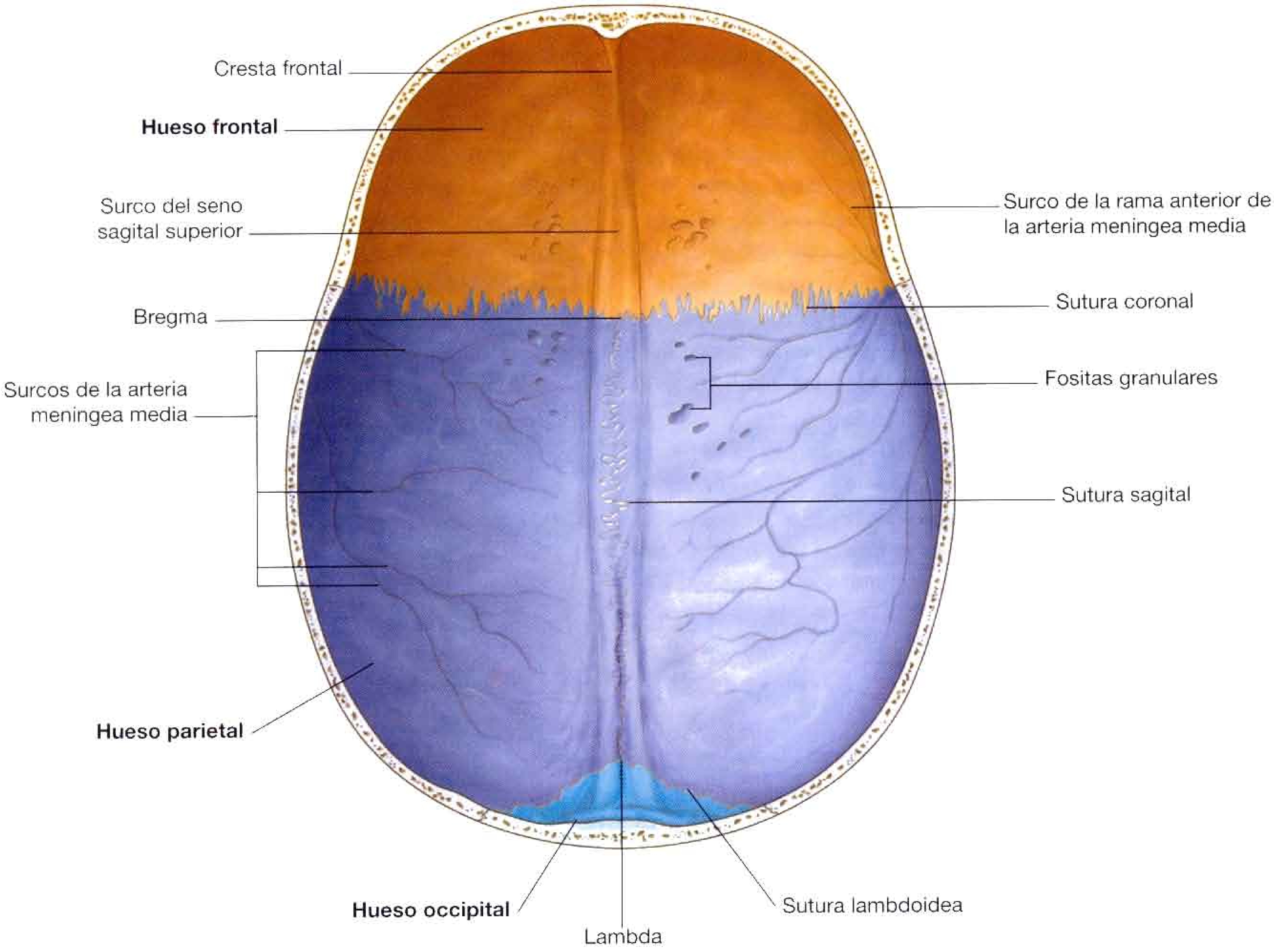


Fig. 8.24 Techo de la cavidad craneal.

- A ambos lados del surco del seno sagital superior y a lo largo de su curso, se encuentran un pequeño número de depresiones y fosas (las **fositas granulares**), que indican la situación de las granulaciones aracnoideas (unas estructuras prominentes, fácilmente identificables cuando se examina un cerebro con sus cubiertas meníngeas, que participan en la reabsorción del líquido cefalorraquídeo).
- Surcos menores creados por diversos vasos meníngeos, visibles en las partes laterales del techo de la cavidad craneal.

Suelo

El suelo de la cavidad craneal se divide en tres compartimentos: la fosa craneal anterior, la fosa craneal media y la fosa craneal posterior.

Fosa craneal anterior

La fosa craneal anterior está integrada por partes del hueso frontal, del etmoides y del esfenoides (fig. 8.25). En su suelo participan:

- El hueso frontal, en la región anterior y lateral.
- El hueso etmoides, en la línea media.
- Dos partes del hueso esfenoides, el cuerpo y las alas menores, posteriormente.

La fosa craneal anterior se localiza por encima de la cavidad nasal y de las órbitas, y se encuentra ocupada por los lóbulos frontales de los hemisferios cerebrales.

Anteriormente en la línea media, a partir del hueso frontal, se observa un pequeño saliente óseo con forma de cuña (la cresta frontal). Esta cresta representa el punto de inserción de la hoz del cerebro. Inmediatamente por detrás de la cresta frontal se encuentra el **agujero ciego** (tabla 8.2), situado entre el hueso frontal y el etmoides. Este orificio permite el paso de las venas emisarias que conectan la cavidad nasal con el seno sagital superior.

Posterior a la cresta frontal, y como parte del hueso **etmoides**, se proyecta superiormente una prominencia ósea en forma de cuña (la apófisis **crista galli**), que representa otro de los puntos de inserción de la hoz del cerebro, la extensión vertical de la duramadre que separa parcialmente los dos hemisferios cerebrales.

Lateral a la apófisis crista galli se encuentra la **lámina cribosa** del hueso etmoides (fig. 8.25), una estructura perforada por numerosos orificios que permite el paso de las pequeñas fibras de los nervios olfatorios a través de sus orificios desde la mucosa nasal hasta el bulbo olfatorio. Los nervios olfatorios reciben en conjunto la denominación de nervio olfatorio [I].

A cada lado del hueso etmoides, el suelo de la fosa craneal anterior está formado por una lámina relativamente fina que pertenecen al hueso frontal (la **porción orbitaria** del hueso frontal), que a su vez forma el techo de la órbita que se encuentra debajo. Posterior al hueso frontal y al etmoides, el resto del suelo de la fosa craneal anterior está formada por el cuerpo y las alas menores del hueso esfenoides. En la línea media, el cuerpo se extiende anteriormente entre las porciones orbitarias del hueso frontal, hasta alcanzar al hueso etmoides, y posteriormente se extiende hasta la fosa craneal media.

El límite entre las fosas craneales anterior y media en la línea media es el borde anterior del surco prequiasmático, un surco liso que se extiende entre los conductos ópticos, a través del cuerpo del esfenoides.

Alas menores del esfenoides

Las dos alas menores del esfenoides se proyectan lateralmente desde el cuerpo y limitan claramente las partes laterales de las fosas craneales anterior y media.

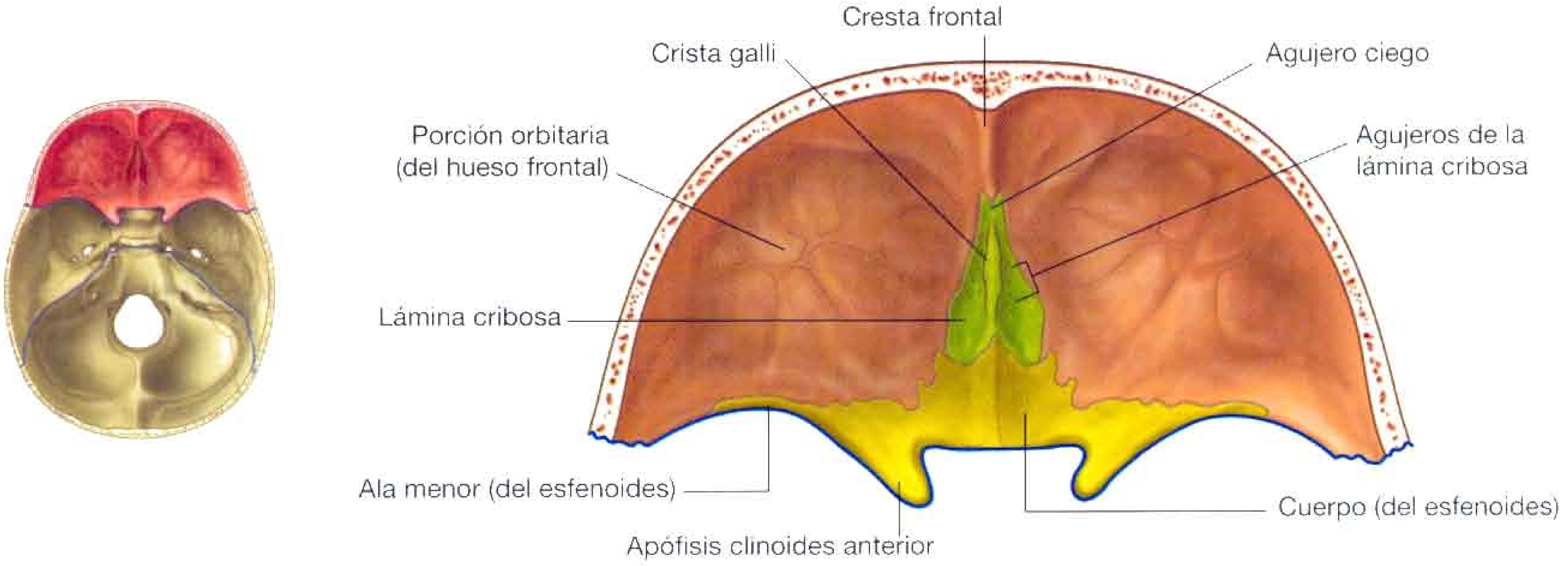


Fig. 8.25 Fosa craneal anterior.

En la porción anterior de la fosa craneal media, cada ala menor termina afilándose en su extremo lateral, en la unión entre el hueso frontal y el ala mayor del esfenoides, próximo al borde lateral superior de la fisura orbitaria superior.

Medialmente, cada ala menor se ensancha, se curva posteriormente y finaliza en las **apófisis clinoides anteriores** (fig. 8.25), unos salientes redondeados que sirven de punto de inserción anterior de la **tienda del cerebelo**, una lámina de duramadre que separa la parte posterior de los hemisferios cerebrales del cerebelo. Por delante de cada apófisis clinoides anterior, en el ala menor del esfenoides, se encuentra una abertura circular (el **conducto óptico**) por el que el nervio óptico [II] y la arteria oftálmica abandonan la cavidad craneal para entrar en la órbita. Los conductos ópticos se incluyen por lo general en la fosa craneal media.

Fosa craneal media

En la composición de la fosa craneal media participan porciones del hueso esfenoides y del hueso temporal (fig. 8.26).

En la línea media, el límite entre la fosa craneal anterior y la fosa craneal media se corresponde con el borde anterior del surco quiasmático, un surco suave sobre el cuerpo del esfenoides que conecta los conductos ópticos.

Los límites posteriores de la fosa craneal media se encuentran formados por la superficie anterior, tan elevada como el borde superior, de la porción petrosa de la región petromastoidea del hueso temporal.

Esfenoides

El suelo de la fosa craneal media se encuentra elevado en la línea media y está formado por el cuerpo del esfenoides. Lateral a él existen dos grandes depresiones formadas a cada lado por el ala mayor del esfenoides y la escama del hueso temporal. Estas depresiones alojan los lóbulos temporales del cerebro.

Tabla 8.2 Agujeros internos del cráneo

Agujero	Estructuras que pasan a través de los agujeros
Fosa craneal anterior	
Agujero ciego	Venas emisarias hacia la cavidad nasal
Agujeros olfatorios de la lámina cribosa	Nervios olfatorios [I]
Conducto óptico	Nervio óptico [II]; arteria aftálmica
Fosa craneal media	
Fisura orbitaria superior	Nervio oculomotor [III]; nervio troclear [IV]; rama oftálmica del nervio trigémino [V_1]; nervio abducens [VI]; venas oftálmicas
Agujero redondo	Rama maxilar del nervio trigémino [V_2]
Agujero oval	Rama mandibular del nervio trigémino [V_3]; nervio petroso menor
Agujero espinoso	Arteria meníngea media
Hiato del nervio petroso mayor	Nervio petroso mayor
Hiato del nervio petroso menor	Nervio petroso menor
Fosa craneal posterior	
Agujero magno	Porción final del tronco del encéfalo/comienzo de la médula espinal; arterias vertebrales; raíces espinales del nervio espinal, meninges
Meato acústico interno	Nervio facial [VII]; nervio vestibulococlear [VIII]; arteria laberíntica
Agujero yugular	Nervio glosofaríngeo [IX]; nervio vago [X]; nervio accesorio [XI]; seno petroso inferior, seno sigmoideo (forma de la vena yugular interna)
Conducto del hipogloso	Nervio hipogloso [XII]; rama meningea de la arteria faríngea ascendente
Conducto condíleo	Vena emisaria

Silla turca

Inmediatamente posterior al surco quiasmático se encuentra una zona modificada del cuerpo del esfenoides (la **silla turca**), que consta de un área central profunda (la **fosa hipofisaria**), que aloja a la glándula hipófisis y dos paredes óseas verticales, una anterior y otra posterior (fig. 8.26).

La pared anterior de la silla es el **tubérculo de la silla**, una pared ósea vertical cuyo borde superior es visible como una ligera elevación en el borde posterior del surco quiasmático.

En ocasiones es posible observar unas proyecciones laterales a partir de los extremos del tubérculo de la silla (las **apófisis clinoides medias**).

La pared posterior de la silla turca, o **dorso de la silla turca**, es una gran cresta ósea que se proyecta en dirección superior y anterior. Los extremos laterales del borde superior del dorso de la silla turca dan lugar a unas proyecciones redondeadas (las **apófisis clinoides posteriores**), que al igual que las apófisis clinoides anteriores, son puntos donde se inserta la tienda del cerebelo.

Fisuras y agujeros

El suelo de la fosa craneal media, lateral a cada lado del cuerpo del esfenoides, está formado por las alas mayores del esfenoides (fig. 8.26).

La **fisura orbitaria superior** es una hendidura diagonal que separa el ala mayor del esfenoides del ala menor y supone una importante vía de comunicación entre la fosa craneal media y la órbita. A través de la fisura pasan el nervio oculomotor [III], el nervio troclear [IV], el nervio oftálmico [V_1], el nervio abducens [VI] y las venas oftálmicas.

En el suelo de la fosa craneal media, posterior al extremo medial de la fisura orbitaria superior, se encuentra un agujero redondeado que se proyecta en dirección anterior (el **agujero redondo**), por el que pasa el nervio maxilar [V_2] desde la fosa craneal media hasta la fosa pterigopalatina.

Posterolateral al **agujero redondo** se encuentra una gran abertura oval (el **agujero oval**) que comunica la fosa craneal media con la fosa infratemporal extracraneal. A través de este orificio pasa el nervio mandibular [V_3], y ocasionalmente un pequeño vaso (la arteria meníngea media accesoria).

El agujero espinoso (fig. 8.26) es un pequeño agujero posterolateral al agujero oval, que también conecta la fosa infratemporal con la fosa craneal media. La arteria meníngea media y sus venas asociadas pasan a través de este orificio, y una vez en el interior del cráneo, el surco de la arteria meníngea media marca claramente su recorrido sobre el suelo y la pared lateral de la fosa craneal media.

La **abertura intracraneal redondeada** del **conducto carotídeo** se sitúa posteromedial al agujero oval. Directamente por debajo de este orificio se encuentra un orificio irregular (el **agujero rasgado**) (fig. 8.26). El agujero rasgado, claramente visible en una visión inferior del cráneo, se encuentra cerrado en el vivo por cartílago y a su través no pasa ninguna estructura.

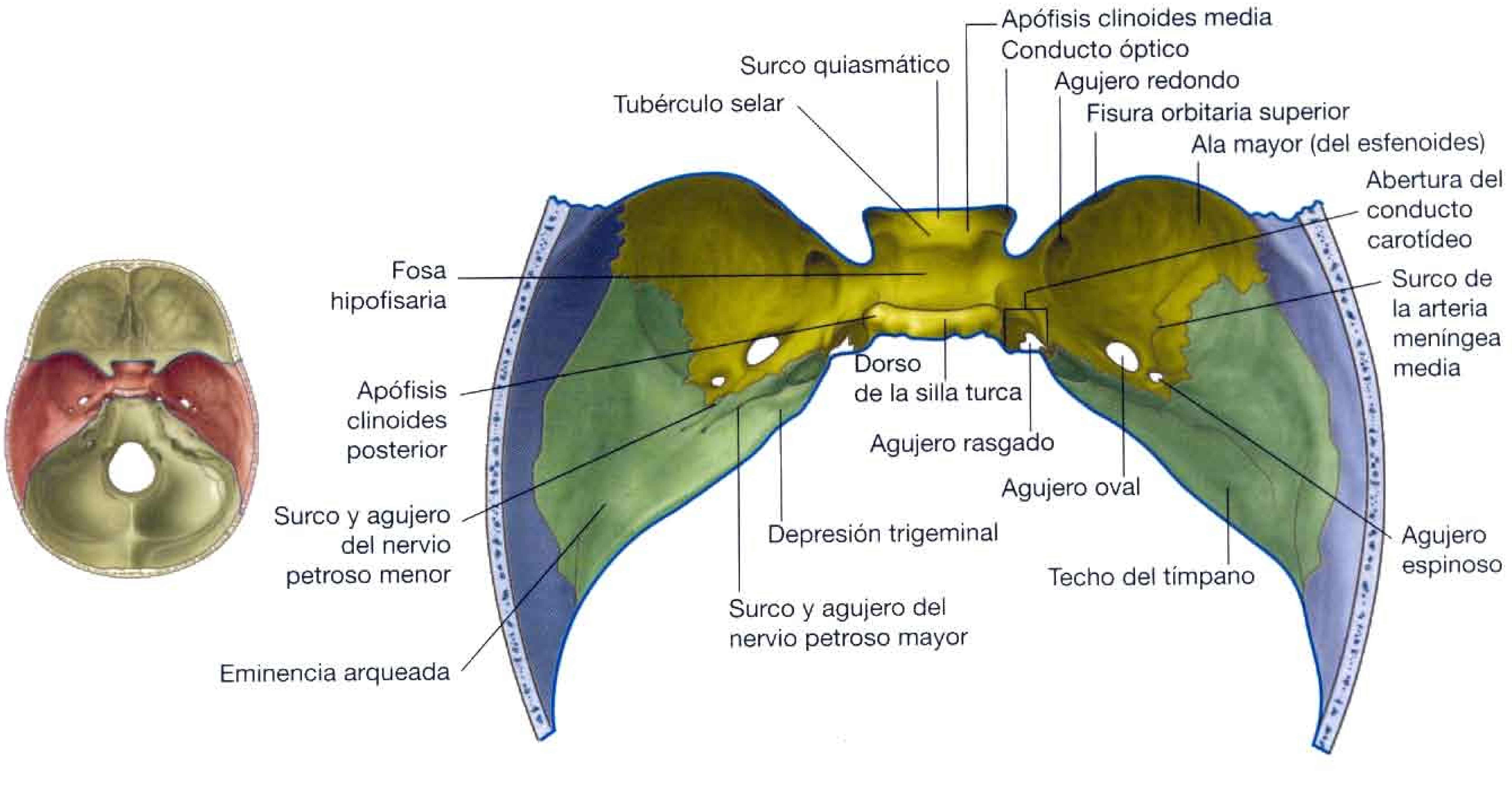


Fig. 8.26 Fosa craneal media.

Hueso temporal

El límite posterior de la fosa craneal media se encuentra formado por la superficie anterior de la porción petrosa de la región petromastoidea del hueso temporal.

Medialmente, en su superficie anterior (fig. 8.26), se encuentra una depresión suave **(impresión trigeminal)**, donde se localiza el ganglio sensitivo del nervio trigémino [V].

Sobre la superficie anterior de la porción petrosa del hueso temporal, lateral a la impresión trigeminal, se encuentra un pequeño surco lineal que discurre en dirección superolateral y finaliza en un orificio (el **surco** y el **hiato del nervio petroso mayor**). El nervio petroso mayor es una rama del nervio facial [VII].

Anterolateral al surco del nervio petroso mayor se encuentra un segundo **surco**, de menor tamaño, así como el **hiato del nervio petroso menor**, una rama del plexo timpánico (fig. 8.26).

Por arriba y lateral a los pequeños agujeros de los nervios petrosos mayores y menores, cerca de la cresta superior de la porción petrosa del hueso temporal, se encuentra una protrusión ósea redondeada (la **eminencia arqueada**) producida por el canal semicircular anterior subyacente del oído interno.

Justo por delante y lateral a la eminencia arqueada la superficie anterior del peñasco del hueso temporal se encuentra ligeramente deprimida. Esta región es el **techo del tímpano** y se corresponde con la fina lámina ósea que forma el techo de la cavidad del oído medio.

Fosa craneal posterior

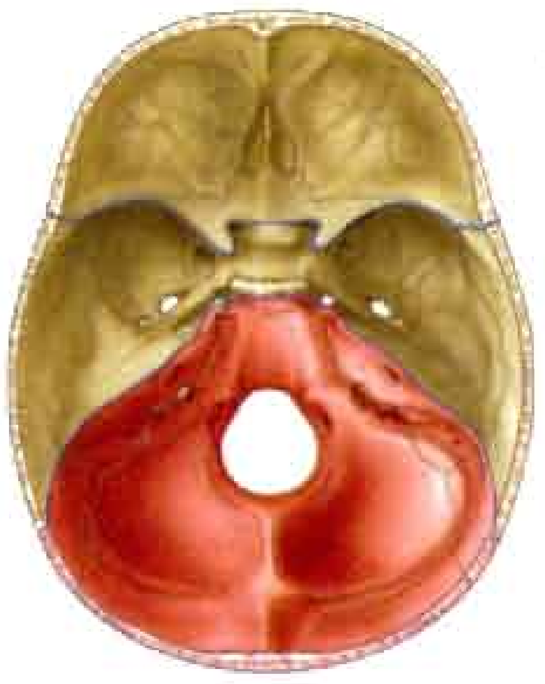
La fosa craneal posterior está formada en su mayor parte por los huesos temporales y el hueso occipital, y en menor medida por el hueso esfenoides y los huesos parietales (fig. 8.27). Es la mayor y la más profunda de las tres fosas craneales y alberga al tronco del encéfalo (mesencéfalo, protuberancia y bulbo raquídeo) y al cerebelo.

Límites

Los límites anteriores de la fosa craneal posterior en la línea media son el dorso de la silla turca y el **clivus** (fig. 8.27). El clivus es una pendiente ósea que se extiende hacia arriba desde el agujero magno. Está formado por parte del cuerpo del esfenoides y por la porción basilar del hueso occipital.

Lateralmente, los límites anteriores de la fosa craneal posterior corresponden al borde superior de la porción petrosa de la región petromastoidea del hueso temporal.

El principal límite posterior lo constituye la escama del hueso occipital, hasta el surco transverso, mientras que lateralmente los límites de la fosa corresponden a la porción petromastoidea del hueso temporal y en menor medida, a pequeñas partes de los huesos parietales y del hueso occipital en los bordes.



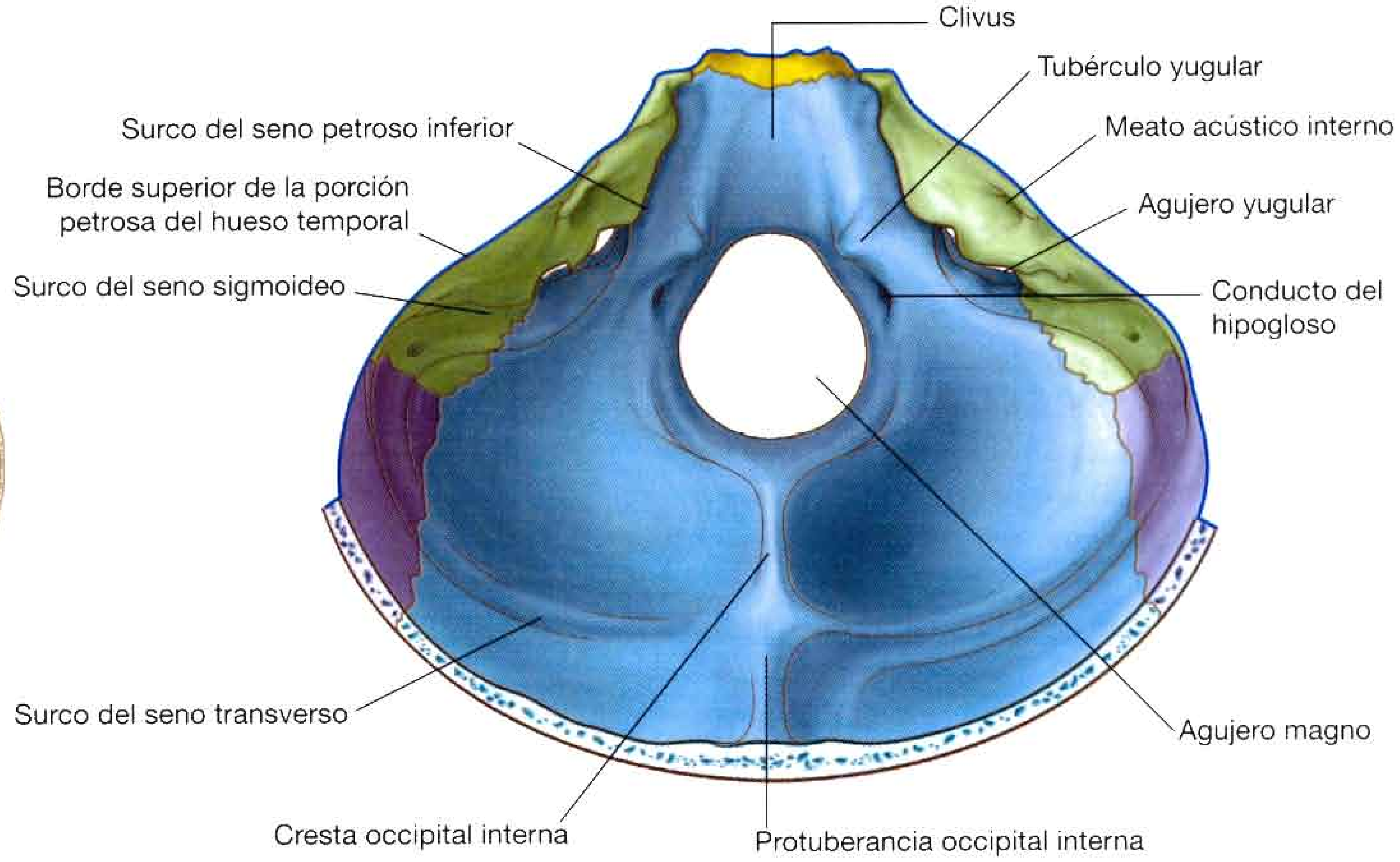


Fig. 8.27 Fosa craneal posterior.

Agujero magno

El agujero magno es el orificio craneal de mayor tamaño y se localiza en la zona central y más profunda de la fosa craneal posterior. Está limitado anteriormente por la porción basilar del hueso occipital, por las porciones laterales del hueso occipital a cada lado y por la escama del hueso occipital posteriormente.

La médula espinal asciende a través del agujero magno para continuarse con el tronco del encéfalo.

A través del agujero magno también discurren las arterias vertebrales, las meninges y las raíces espinales del nervio accesorio [XI].

Surcos y agujeros

El clivus se dirige hacia delante y arriba desde el agujero magno. Lateral al clivus, entre la porción basilar del hueso occipital y la porción petrosa de la región petromastoidea del hueso temporal (fig. 8.27), se encuentra el **surco del seno petroso inferior.**

El **meato acústico interno** es un agujero oval que se encuentra lateralmente, sobre la mitad superior de la superficie posterior de la porción petrosa del hueso temporal. A través de este orificio pasan los nervios facial [VII] y vestibulococlear [VIII], así como la arteria laberíntica.

Inferior al meato acústico interno, el hueso temporal está separado del hueso occipital por medio de un orificio de gran tamaño, el agujero yugular (fig. 8.27). En el lado medial de este agujero se encuentra el surco del seno petroso inferior y en el lado lateral se observa el **surco** del **seno sigmoideo.**

El seno sigmoideo pasa a través del agujero yugular y se continúa con la vena yugular interna, mientras que el seno petroso inferior drena en la vena yugular interna en la zona del agujero yugular.

A través del agujero yugular también pasan los nervios glosofaríngeo [IX], vago [X] y accesorio [XI].

En el hueso occipital, medial al agujero yugular, se observa una gran elevación redondeada (el **tubérculo yugular**). Inmediatamente inferior al mismo, y superior al agujero magno, se encuentra el **conducto del hipogloso**, a través del cual el nervio hipogloso [XII] abandona la fosa craneal posterior y penetra a dicha fosa una rama meníngea de la arteria faríngea ascendente.

Posterolateral al conducto del hipogloso, se observa en ocasiones el **conducto condíleo**, que cuando existe, aloja una vena emisaria.

Porción escamosa del hueso occipital

La escama del hueso occipital posee diversos detalles importantes (fig. 8.27):

- La cresta occipital interna, que se dirige hacia arriba a partir del agujero magno.
- A cada lado de la cresta occipital interna, el suelo de la fosa craneal posterior es cóncavo para albergar a los hemisferios cerebelosos.
- La cresta occipital interna finaliza superiormente en una prominencia ósea (la protuberancia occipital interna).
- A partir de la protuberancia occipital interna se extienden lateralmente los surcos producidos por los senos transversos, que se continúan lateralmente hasta unirse finalmente con los surcos de los senos sigmoideos, que a su vez se dirigen inferiormente hacia el agujero yugular.

Los senos transversos y sigmoideos son senos venosos intradurales.

Conceptos prácticos

Técnicas de imagen en la exploración de la cabeza

Radiografía

Hasta hace dos décadas el método estándar de exploración de la cabeza era la radiografía simple. Las radiografías se obtenían en tres proyecciones fundamentales llamadas posteroanterior, lateral y de Towne. Para explorar los agujeros de la base del cráneo y los huesos faciales se empleaban otras proyecciones adicionales. En la actualidad las radiografías del cráneo se emplean ante traumatismos, aunque su uso se encuentra en declive. Las fracturas craneales se diagnostican con facilidad (fig. 8.28). Tras la exploración del paciente, el tratamiento depende del estado neurológico o de las posibles complicaciones neurológicas.

Tomografía computarizada

Desde la aparición de la primera tomografía computarizada (TC) cerebral, esta técnica se usa de forma rutinaria en la exploración neurorradiológica. Se emplea ante traumatismos craneales, ya que permite una exploración rápida y sencilla del encéfalo y de sus cubiertas y permite la detección de sangre con facilidad. Los huesos también pueden mostrarse modificando los algoritmos matemáticos de los datos.

Con la administración intravenosa de un contraste, la TC angiográfica puede emplearse para demostrar la situación y el tamaño de un aneurisma intracerebral antes de su tratamiento endovascular.

Resonancia magnética

La técnica de resonancia magnética (RM) es la que posee una mejor resolución de contraste en comparación con el resto de las técnicas de imagen. Permite realizar una exploración rápida y sencilla del encéfalo y sus cubiertas, del líquido cefalorraquídeo (LCR) y de la columna vertebral. Las secuencias de imágenes más modernas permiten la supresión del LCR para definir las lesiones periventriculares.

La resonancia magnética angiográfica ha resultado de extrema utilidad para determinar el estado de los vasos intracraneales (polígono de Willis) ante ciertas patologías de tratamiento quirúrgico.

La RM también es una técnica útil para la valoración de la estenosis carotídea.

Ecografía

Los primeros estudios ecográficos del cerebro resultaron infructuosos, pero gracias al desarrollo tecnológico de las sondas, hoy en día es posible realizar estudios de eco-Doppler intracraneales que permiten al cirujano detectar si un paciente está sufriendo una embolización cerebral a partir de una placa carotídea.

La ecografía extracraneal resulta sumamente importante para el estadiaje tumoral, para la valoración de las masas cervicales y para la exploración de la bifurcación carotídea (fig. 8.29).

El estudio ecográfico es útil en los niños ya que las fontanelas actúan de ventana acústica.

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

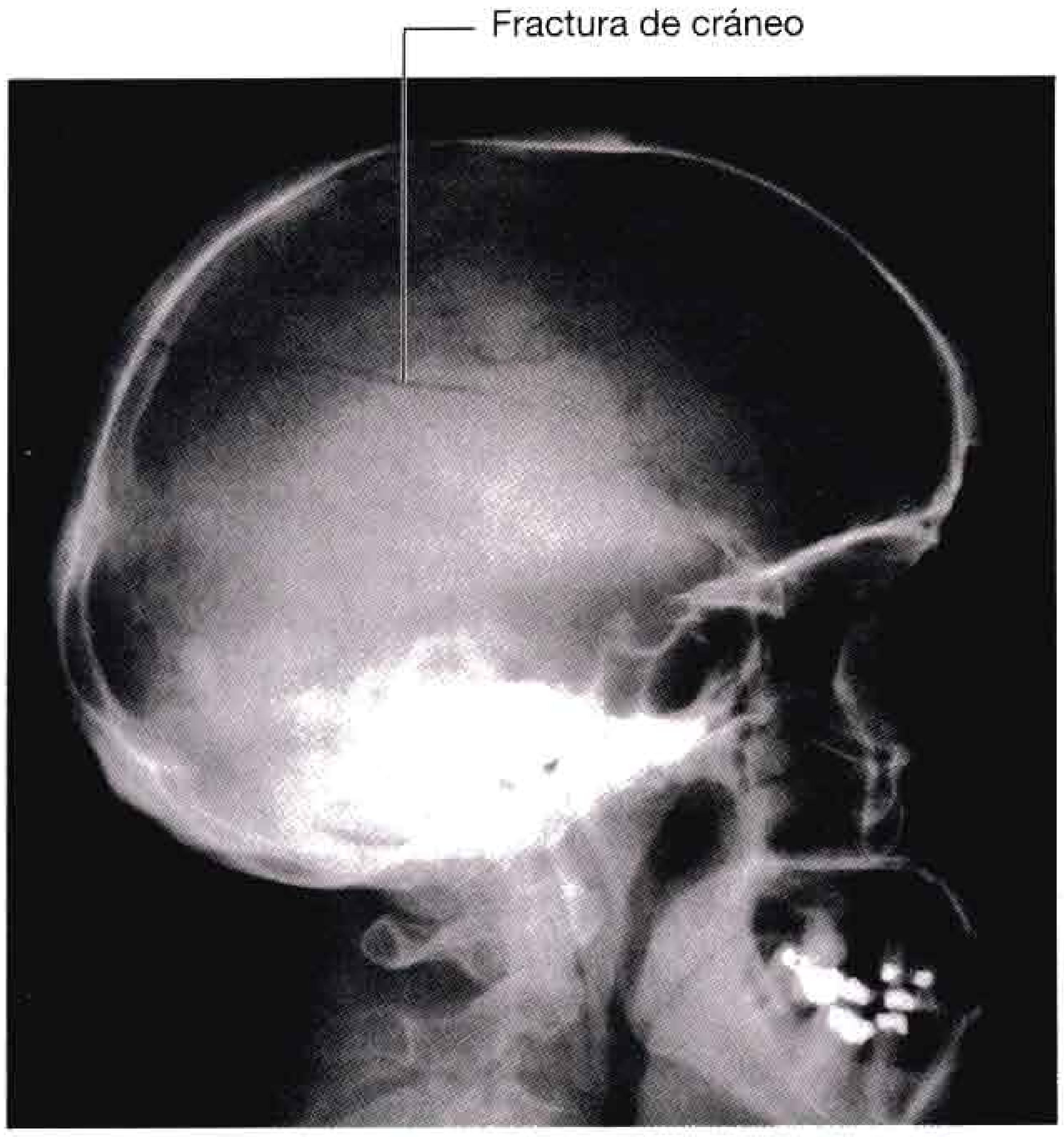


Fig. 8.28 Radiografía de la cabeza donde se observa una fractura de cráneo.

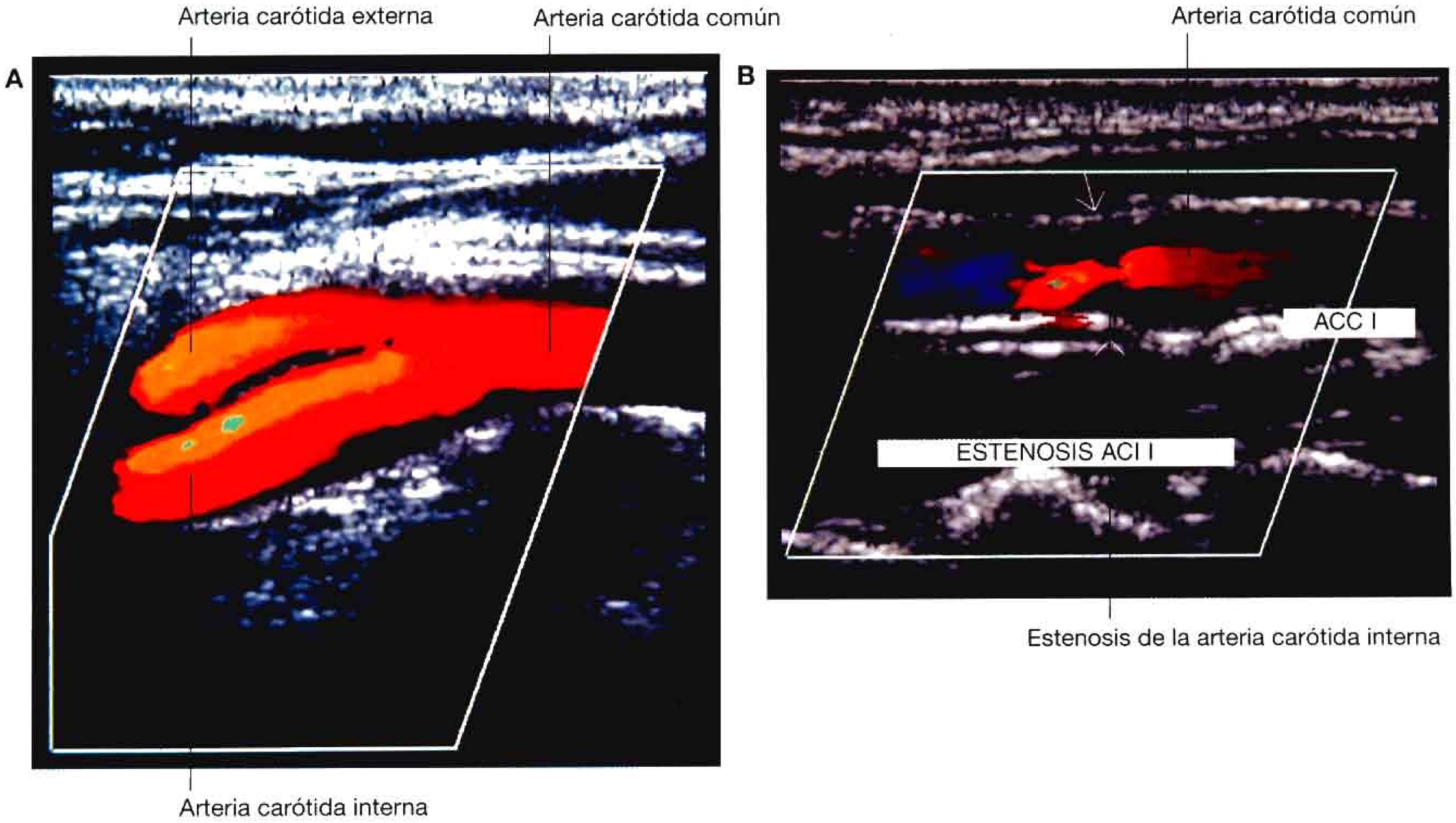


Fig. 8.29 Imagen ecográfica. **A.** Bifurcación carotídea normal. **B.** Estenosis de la arteria carótida interna.

Conceptos prácticos

Fracturas de la bóveda craneal y hematoma extradural

La bóveda craneal es una estructura extraordinariamente fuerte, por un motivo fundamental, ya que protege el cerebro, nuestro órgano más vital. La morfología de la bóveda craneal posee importancia crítica ya que su biomecánica impide la producción de fracturas. Desde el punto de vista clínico, el tipo de fractura craneal informa de la naturaleza y la fuerza del traumatismo, así como de sus posibles complicaciones. La fractura en sí suele acarrear pocas consecuencias (a diferencia, por ejemplo, de una fractura de tibia). Más que concentrarse en la fractura craneal, resulta de vital importancia disminuir la extensión del daño cerebral primario y tratar las complicaciones secundarias potenciales. Las fracturas hundidas del cráneo, las fracturas abiertas y las fracturas del pterión poseen una importancia especial.

Fracturas craneales hundidas

En una fractura craneal hundida, un fragmento óseo se encuentra deprimido respecto a la convexidad normal del cráneo. De este modo pueden producirse lesiones arteriales y venosas secundarias con formación de hematomas. Este tipo de fractura también puede dar lugar a lesiones cerebrales primarias.

Fracturas abiertas

En una fractura abierta existe una fractura del hueso junto a una herida cutánea, lo que puede permitir la entrada de infecciones. Estas fracturas se asocian típicamente con laceraciones del cuero cabelludo y pueden tratarse por lo general con antibióticos.

Entre las complicaciones importantes de las fracturas abiertas se incluye la meningitis, que puede resultar mortal.

Un tipo más sutil de fractura abierta es la que afecta a los senos. Estas fracturas pueden pasar inadvertidas en una primera exploración y pueden convertirse en una causa potencial importante de morbilidad, por lo que deberían considerarse en todos los pacientes que desarrollen infecciones intracraneales secundarias a un traumatismo.

Fracturas del pterión

El pterión es un punto clínico importante localizado en la cara lateral del cráneo. Su ubicación exacta se encuentra en la región de confluencia entre una línea imaginaria trazada a 2,5 cm (1 pulgada) por encima del arco cigomático y otra que pase a 2,5 cm (1 pulgada) posterior al reborde orbitario lateral. En el punto pterión confluyen el hueso frontal, el parietal, el ala mayor del esfenoides y el hueso temporal. La importancia de este punto radica en que a este nivel, dentro del cráneo, se encuentra la arteria meníngea media. Los traumatismos que afecten a esta región resultan sumamente graves ya que la lesión de este vaso puede producir un hematoma extradural importante, con consecuencias que pueden ser mortales.

MENINGES

El encéfalo y la médula espinal se encuentran rodeados por tres capas de membranas (las **meninges**, fig. 8.30A), una capa externa resistente (la **duramadre**), una capa media delicada (la **aracnoides**) y una capa interna firmemente adherida a la superficie cerebral (la **piamadre**).

Las meninges craneales se continúan a través del agujero magno con sus homólogas, las meninges espinales, con una importante distinción, la duramadre craneal consta de dos capas y tan solo una de ellas continúa pasado el agujero magno (fig. 8.30B).

Duramadre craneal

La duramadre craneal es una envoltura gruesa y fuerte que cubre externamente al encéfalo. Está compuesta por una capa perióstica externa y una capa meníngea interna (fig. 8.30A):

- La capa **perióstica** se encuentra firmemente adherida al cráneo, constituye el periostio de la cavidad craneal y se continúa con el periostio de la superficie externa del cráneo en el agujero magno y en otros orificios intracraneales (fig. 8.30B).
- La **capa meníngea** interna se encuentra estrechamente relacionada con la aracnoides y se continúa con la duramadre espinal tras atravesar el agujero magno.

Las dos capas de la duramadre se encuentran separadas entre sí en numerosas localizaciones, originando dos tipos de estructuras especializadas (fig. 8.30A):

- Tabiques durales, que se proyectan hacia dentro y separan parcialmente diversas partes del cerebro.
- Estructuras venosas intracraneales.

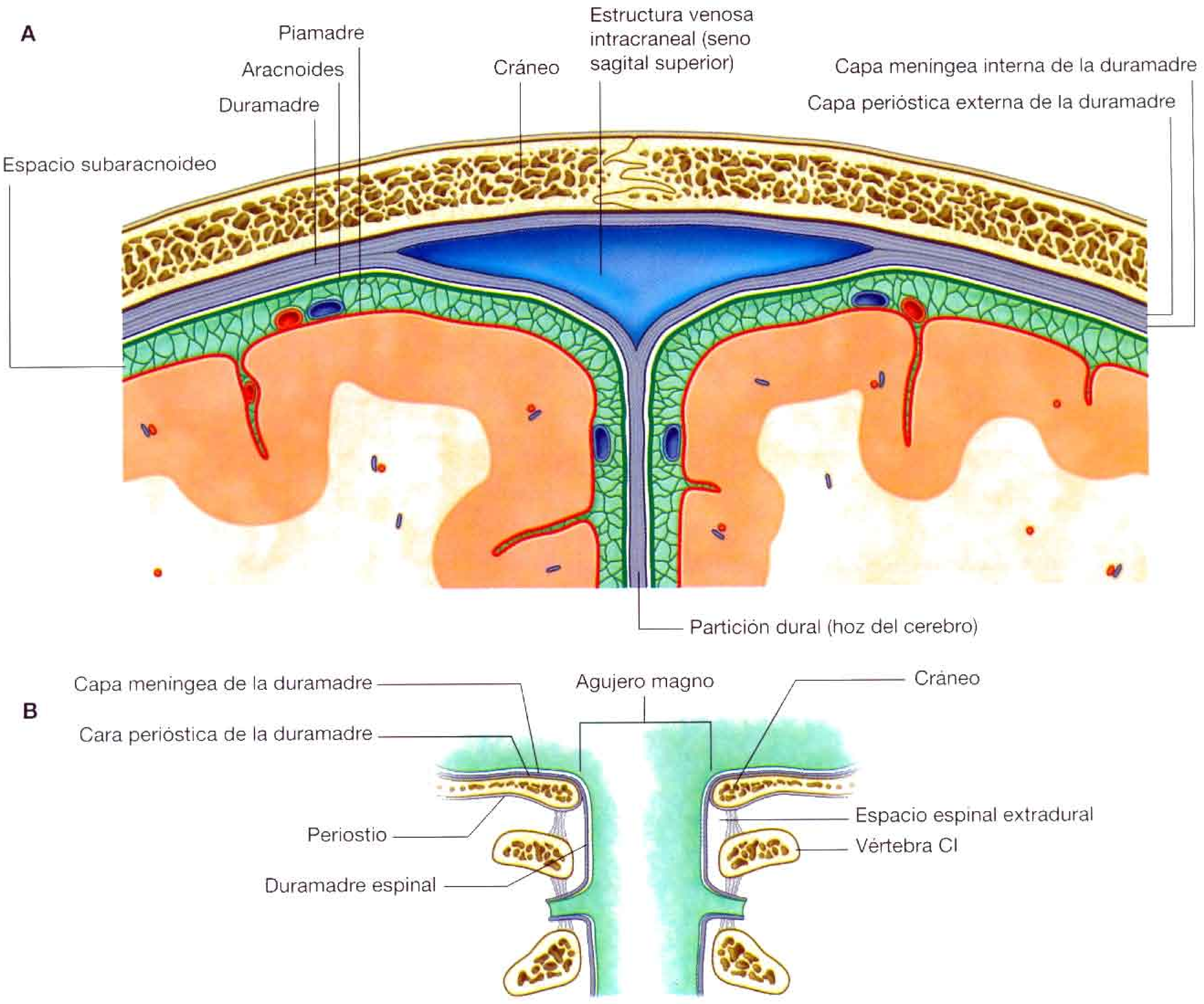


Fig. 8.30 Meninges craneales. **A.** Visión coronal superior. **B.** Continuación con las meninges medulares.

Tabiques durales

Los tabiques durales se proyectan hacia la cavidad craneal, subdividiéndola parcialmente. En estas estructuras se incluyen la hoz del cerebro, la tienda del cerebelo, la hoz del cerebelo y el diafragma de la silla.

Hoz del cerebro

La hoz del cerebro (fig. 8.31) es una estructura con forma creciente que se proyecta en dirección inferior entre los dos hemisferios cerebrales desde la duramadre que tapiza la calota. Se inserta anteriormente en la apófisis crista galli del hueso etmoides y en la cresta frontal del hueso frontal; y posteriormente se inserta y continúa con la tienda del cerebelo.

Tienda del cerebelo

La tienda del cerebelo (fig. 8.31) es una proyección horizontal de la duramadre que cubre y separa al cerebelo en la fosa craneal posterior de la superficie posterior de los hemisferios cerebrales. Se inserta posteriormente en el hueso occipital, a lo largo de los surcos de los senos transversos. Lateralmente se inserta en el borde superior de la porción petrosa del hueso temporal, finalizando anteriormente en las apófisis clinoides anteriores y posteriores.

Los bordes anterior e interno de la tienda del cerebelo son libres y forman en la línea media una abertura ovalada **(escotadura de la tienda del cerebelo)** a través de la cual pasa el mesencéfalo.

Hoz del cerebelo

La hoz del cerebelo (fig. 8.31) es una pequeña proyección de duramadre meníngea en la línea media de la fosa craneal posterior. Se inserta posteriormente en la cresta occipital interna del hueso occipital y superiormente en la tienda del cerebelo. Su borde anterior es libre y está entre los dos hemisferios cerebelosos.

Diafragma de la silla

El último tabique dural es el diafragma de la silla (fig. 8.31). Esta pequeña lámina horizontal de duramadre meníngea cubre la fosa hipofisaria en la silla turca del hueso esfenoides. En el centro del diafragma de la silla turca existe un orificio a través del cual pasa el **infundíbulo,** que conecta el tallo de la hipófisis con la base del cerebro, junto a los vasos sanguíneos acompañantes.

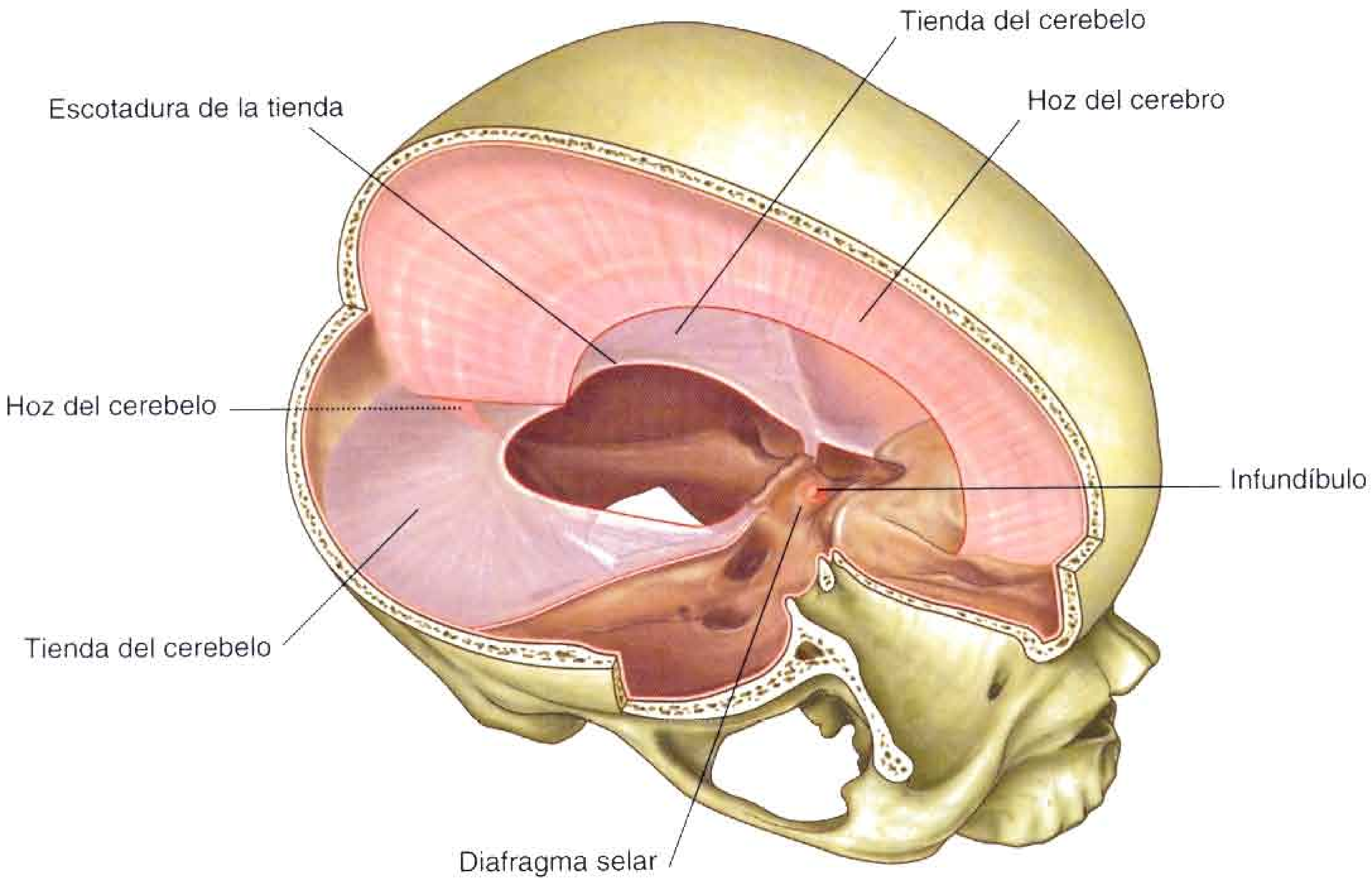


Fig. 8.31 Tabiques durales.

Irrigación arterial

La irrigación arterial de la duramadre (fig. 8.32) proviene de:

- Las **arterias meníngeas anteriores** en la fosa craneal anterior.
- Las **arterias meníngeas medias** y **accesorias** en la fosa craneal media.
- La **arteria meníngea posterior** y otras ramas meníngeas en la fosa craneal posterior.

Todas son arterias de pequeño calibre excepto la arteria meníngea media, un vaso de mayor tamaño que irriga la mayor parte de la duramadre.

Las arterias meníngeas anteriores son ramas de las **arterias etmoidales.**

La arteria meníngea media es una rama de la **arteria maxilar.** Penetra en la fosa craneal media a través del agujero espinoso y se divide en una rama anterior y otra posterior:

- La rama anterior sigue una dirección casi vertical hasta alcanzar el vértice del cráneo, cruzando el pterión durante su recorrido.
- La rama posterior sigue una dirección posterosuperior e irriga esta región de la fosa craneal media.

La arteria meníngea accesoria suele ser una pequeña rama de la arteria maxilar, que penetra en la fosa craneal media a través del agujero oval e irriga las regiones mediales a este orificio.

La arteria meníngea posterior y otras ramas meníngeas que irrigan la duramadre de la fosa craneal posterior poseen diversos orígenes (fig. 8.32):

- La arteria meníngea posterior, una rama terminal de la **arteria faríngea ascendente,** penetra en la fosa craneal posterior a través del agujero yugular.
- Una rama meníngea de la arteria faríngea ascendente alcanza la fosa craneal posterior a través del conducto del hipogloso.
- Las ramas meníngeas de la **arteria occipital** penetran en la fosa craneal posterior por el agujero yugular y por el agujero mastoideo.
- La **arteria vertebral** proporciona una rama meníngea mientras atraviesa el agujero magno para alcanzar la fosa craneal posterior.

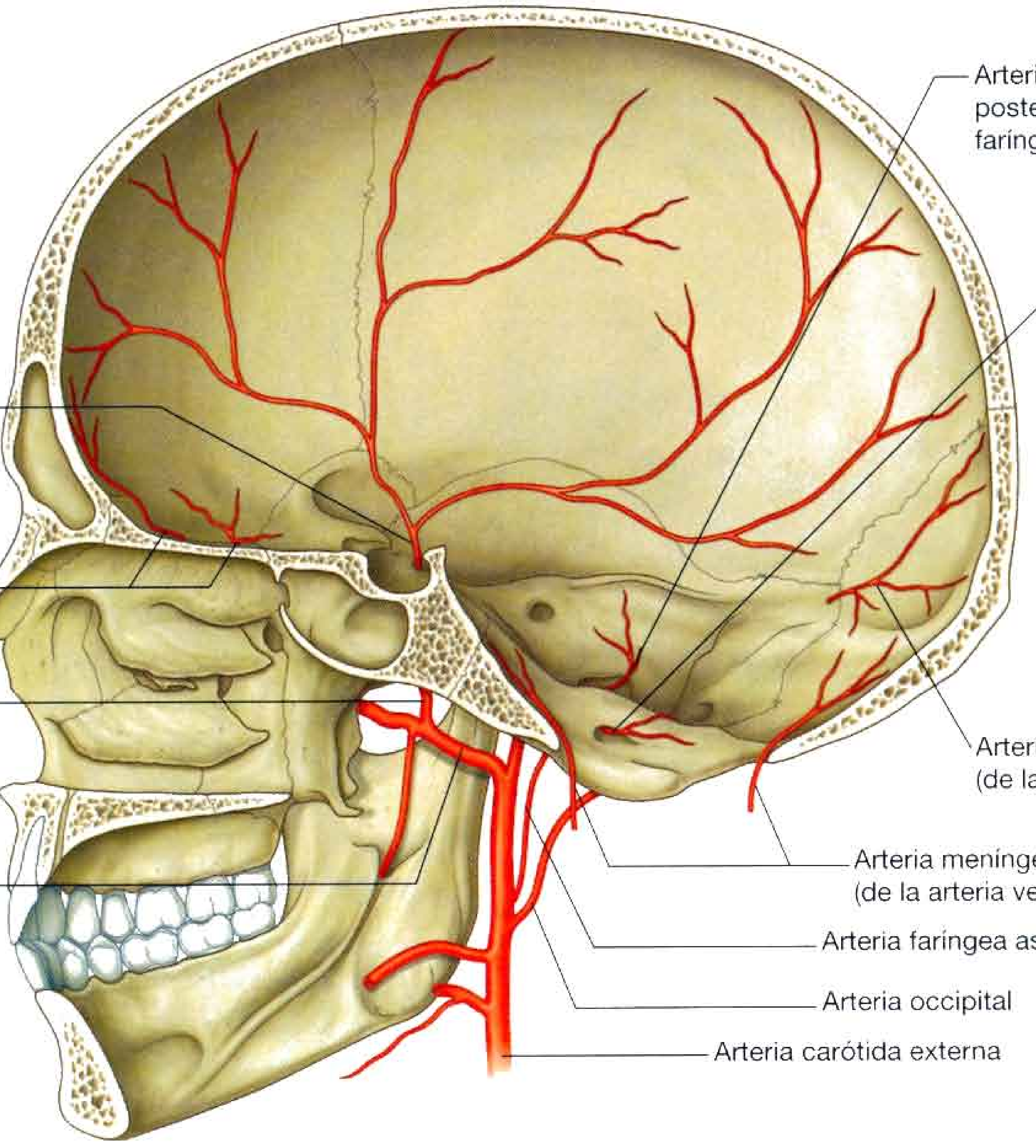


Fig. 8.32 Vascularización arterial de la duramadre.

Inervación

La inervación de la duramadre (fig. 8.33) proviene de pequeñas ramas meníngeas de las tres divisiones del nervio trigémino [V_1, V_2 y V_3] y de los nervios cervicales primero, segundo, y en ocasiones también del tercero.

En la fosa craneal anterior, las ramas meníngeas de los nervios etmoidales, que son ramas del nervio oftálmico [V_1], inervan el suelo y la porción anterior de la hoz del cerebro.

Además, una rama meníngea del nervio oftálmico [V_1] cambia de dirección y se dirige posteriormente inervando la tienda del cerebelo y la porción posterior de la hoz del cerebro.

La fosa craneal media se encuentra inervada medialmente por ramas meníngeas del nervio maxilar [V_2], y lateralmente, siguiendo la distribución de la arteria meníngea media, por ramas meníngeas del nervio mandibular [V_3].

La inervación de la fosa craneal posterior depende de ramas meníngeas de los nervios cervicales primero y segundo, y en ocasiones también del tercero, que penetran en la fosa craneal posterior a través del agujero magno, del conducto del hipogloso y del agujero yugular.

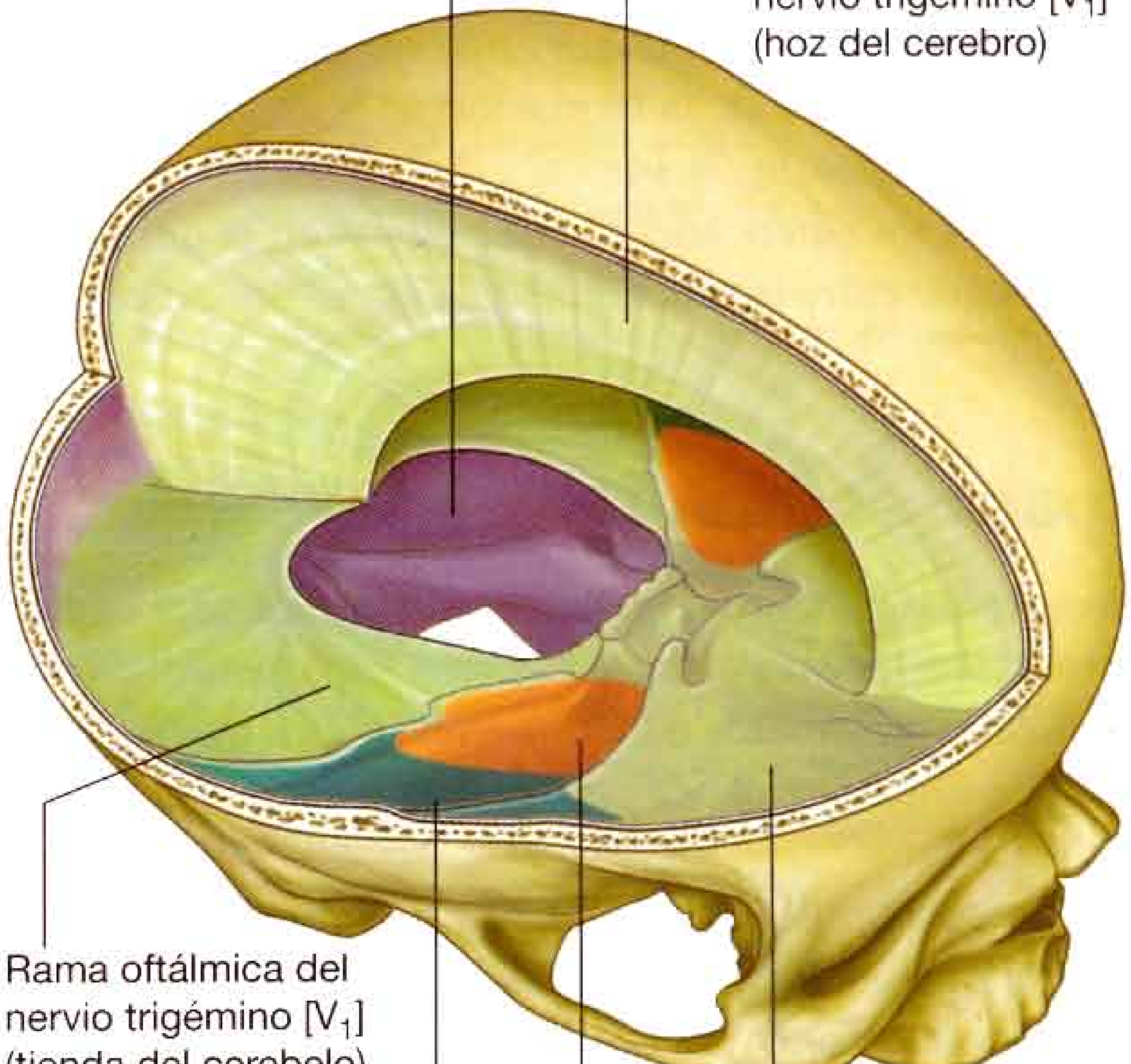


Fig. 8.33 Inervación de la duramadre.

Aracnoides

La aracnoides es una fina membrana avascular que tapiza, sin llegar a fusionarse, la superficie interna de la duramadre (fig. 8.34). Desde su superficie interna se proyectan finos procesos o trabéculas que cruzan el espacio subaracnoideo y se continúan con la piamadre.

La aracnoides tapiza la duramadre, pero no se introduce en los surcos o fisuras cerebrales, excepto en la fisura longitudinal existente entre los dos hemisferios cerebrales.

Piamadre

La piamadre es una membrana fina y frágil que recubre íntimamente la superficie del encéfalo (fig. 8.34). Se adapta a la morfología cerebral, penetrando en los surcos y fisuras y también se relaciona estrechamente con las raíces de los nervios craneales en sus orígenes.

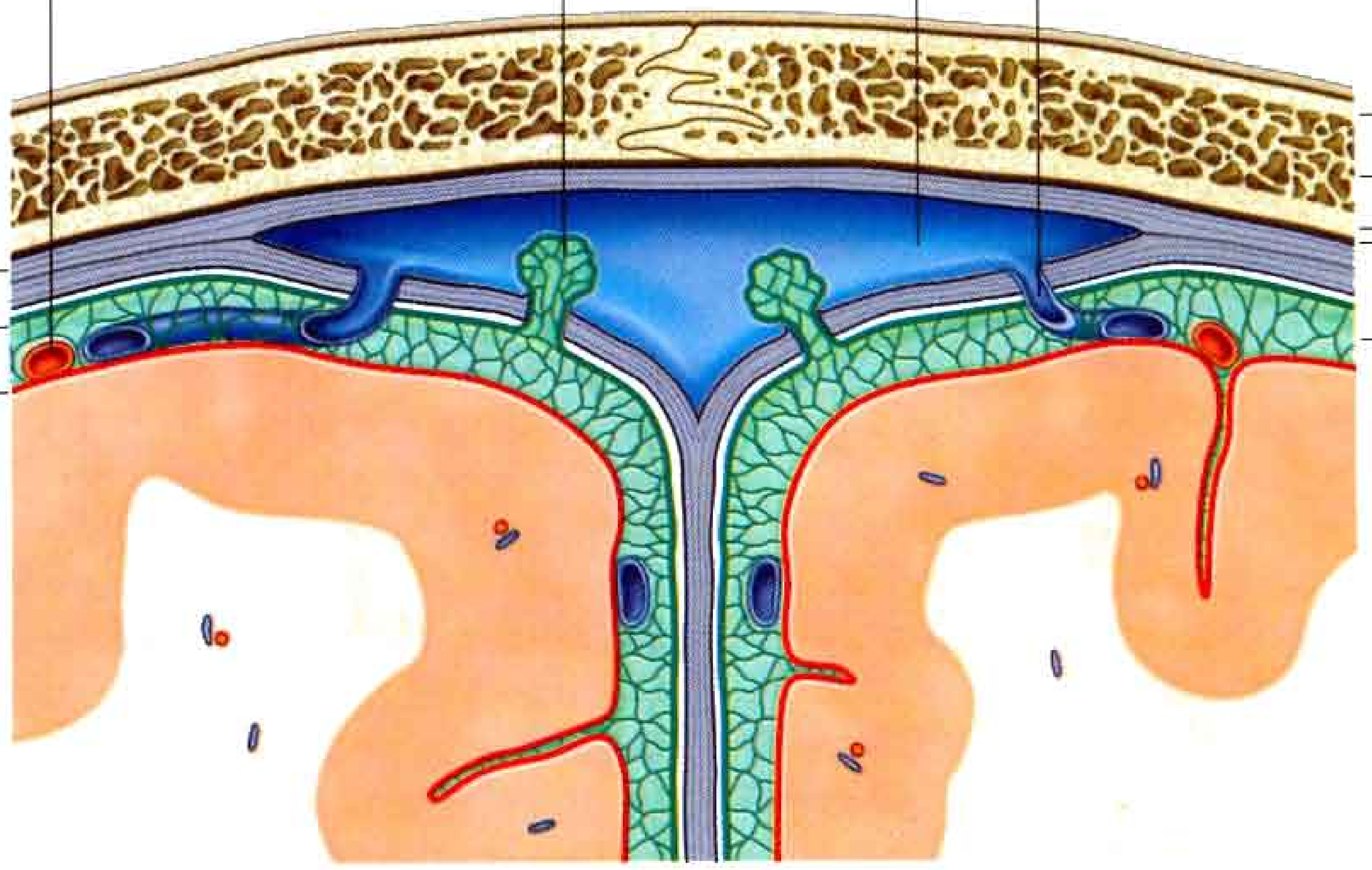


Fig. 8.34 Meninges y espacios meníngeos.

Meninges y espacios meníngeos

La disposición de las meninges en la cavidad craneal es característica, originando la formación de espacios reales y espacios potenciales (fig. 8.34).

Los espacios potenciales se relacionan con la duramadre, mientras que entre la aracnoides y la piamadre existe un espacio real.

Espacio extradural

El espacio potencial relacionado con la duramadre es el **espacio extradural**, la zona externa o capa perióstica de la duramadre, firmemente adherida a los huesos que forman la cavidad craneal y produce este espacio potencial entre estas dos estructuras:

Este espacio potencial puede transformarse en un espacio real, ocupado por líquido, a consecuencia de un traumatismo que origine una hemorragia vascular. La hemorragia en el espacio extradural debido a la rotura de la arteria meníngea media o de un seno venoso dural produce un hematoma extradural. La hemorragia debida a la rotura de una vena en el punto de entrada en un seno venoso dural origina un hematoma subdural.

Espacio subaracnoideo

En condiciones normales, el único espacio meníngeo ocupado por líquido asociado a las meninges es profundo a la aracnoides. Ello se debe a que la aracnoides se adhiere a la superficie interna de la duramadre y no sigue el contorno del cerebro, mientras que la piamadre, al tapizar la superficie cerebral, sigue fielmente los surcos y fisuras de la superficie del cerebro. Por tanto, entre estas dos membranas se crea un espacio estrecho (el **espacio subaracnoideo**) (fig. 8.34).

El espacio subaracnoideo rodea al encéfalo y a la médula espinal y en ciertos puntos aumenta de tamaño creando expansiones (**cisternas** subaracnoideas). Contiene el líquido cefalorraquídeo (LCR) y vasos sanguíneos.

El líquido cefalorraquídeo se produce en los plexos coroideos, principalmente en los ventrículos encefálicos. Se trata de un líquido claro, incoloro y acelular que circula en el espacio subaracnoideo que rodea al encéfalo y a la médula espinal.

El LCR retorna al sistema venoso por medio de las **vellosidades aracnoideas.** Estas granulaciones se proyectan de forma agrupada **(granulaciones aracnoideas)** en el seno sagital superior, que es un seno venoso dural.

Conceptos prácticos

Hidrocefalia

La hidrocefalia consiste en la dilatación del sistema ventricular cerebral. Entre sus posibles causas se encuentran la obstrucción al flujo del LCR, la superproducción de LCR o la interrupción de la reabsorción del mismo.

El líquido cefalorraquídeo es secretado por las células epiteliales de los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales laterales, y del tercer y cuarto ventrículos. A medida que se produce, circula desde los ventrículos laterales a través del agujero interventricular (el agujero de Monro) hasta el tercer ventrículo. Desde el tercer ventrículo pasa a través del acueducto cerebral (acueducto de Silvio) al cuarto ventrículo, y desde aquí alcanza el espacio subaracnoideo a través de un orificio en la línea media o de dos orificios laterales (agujeros de Majende y Luschka).

El LCR circula alrededor de la médula espinal inferiormente y del encéfalo superiormente y se reabsorbe a través de las granulaciones aracnoideas en las paredes de los senos venosos durales. En los adultos, la producción diaria aproximada de LCR es de casi medio litro.

La causa más frecuente de hidrocefalia en el adulto es el cese de la reabsorción normal del LCR a través de las granulaciones aracnoideas. Esto ocurre tras una hemorragia subaracnoidea cuando el espacio subaracnoideo es invadido por sangre, pasa a nivel encefálico e interfiere con la normal reabsorción del LCR. Para impedir una hidrocefalia grave, puede llegar a ser necesaria la colocación de un catéter de pequeño tamaño a través del cerebro hasta el sistema ventricular con el fin de aliviar la presión.

Otras causas de hidrocefalia incluyen la obstrucción congénita del acueducto de Silvio y ciertos tipos de tumores (p. ej., tumores mesencefálicos) que obstruyen el acueducto. Otras causas más infrecuentes incluyen los tumores del plexo coroideo que secreta el LCR.

En niños, la hidrocefalia siempre conlleva dramáticas consecuencias en los últimos estadios. La hidrocefalia aumenta el tamaño y las dimensiones de los ventrículos, lo que se traduce en un aumento del tamaño cerebral. Como las suturas craneales no se encuentran fusionadas, la cabeza también aumenta. Este aumento de las dimensiones cefálicas durante la vida intrauterina puede imposibilitar el parto vaginal y obligar a la práctica de una cesárea.

Tanto la TC como la RM permiten al radiólogo determinar la localización de la obstrucción, y en la mayor parte de los casos, su causa. Debe distinguirse entre el aumento del tamaño ventricular debido a una hidrocefalia y el secundario a otras causas (p. ej., atrofia cerebral).

Conceptos prácticos

Meningitis

La meningitis es una infección poco frecuente de las leptomeninges (el término **leptomeninge** hace referencia a la suma de la aracnoides y la piamadre). La infección de las meninges ocurre típicamente por ruta hemática, aunque en algunas ocasiones puede producirse por extensión directa (p. ej., tras traumatismos) o desde las cavidades nasales, a través de la lámina cribosa del etmoides.

Algunos tipos de inflamación bacteriana de las meninges son tan virulentas que la inflamación incontenible y sepsis con la irritación cerebral pueden causar en el paciente rápidamente un estado comatoso potencialmente mortal.

Las meningitis suelen ser tratables con antibióticos.

Ciertos tipos de bacterias causantes de meningitis producen otros efectos como, por ejemplo, las hemorragias subcutáneas (equimosis) típicas de las meningitis meningocócicas.

En las primeras etapas, la clínica de una meningitis es inespecífica. El paciente puede experimentar cefalea leve, fiebre, somnolencia y náuseas. A medida que progresa la infección, puede acompañarse de fotofobia (intolerancia a la luz) y equimosis. La elevación de los miembros inferiores extendidos origina un dolor de nuca marcado (signo de Kernig). En estas etapas está justificado el ingreso hospitalario urgente. El tratamiento debe iniciarse de modo inmediato y consiste en la administración de antibióticos intravenosos a dosis elevadas, junto a las medidas de sostén adecuadas.

ENCÉFALO E IRRIGACIÓN

Encéfalo

El encéfalo es uno de los componentes del sistema nervioso central. Durante el desarrollo, el encéfalo puede dividirse en cinco partes continuas (figs. 8.35 y 8.36). De rostral (o craneal) a caudal se distinguen:

- El **telencéfalo (cerebro)**, se compone de los grandes hemisferios cerebrales, en cuya superficie se observan una serie de elevaciones (circunvoluciones) y de depresiones (surcos). Los hemisferios cerebrales se encuentran separados parcialmente por una profunda fisura longitudinal, ocupan el espacio intracraneal existente por encima de la tienda del cerebelo y se subdividen en lóbulos acorde a su posición.
- El **diencéfalo**, que en el cerebro adulto está oculto por los hemisferios cerebrales, está integrado por el tálamo, el hipotálamo y otras estructuras relacionadas. Es la región más rostral del tronco encefálico:.
- El **mesencéfalo (cerebro medio)** es la primera región del tronco encefálico que se observa en la exploración de un cerebro adulto intacto. Se encuentra en la zona de unión entre las fosas craneales media y posterior.
- El **metencéfalo**, integrado por el cerebelo (compuesto por dos hemisferios laterales y una porción media que ocupan la fosa craneal posterior por debajo de la tienda del cerebelo) y la protuberancia (una región prominente del tronco encefálico anterior al cerebelo, que ocupa la porción más anterior de la fosa craneal posterior, sobre el clivus y el dorso de la silla turca).
- El **mielencéfalo (bulbo raquídeo)**, es la porción más caudal del tronco encefálico. En él encontramos los nervios craneales VI a XII. Finaliza en el agujero magno o en la salida de las raíces más superior del primer nervio cervical.

Conceptos prácticos

Tumores cerebrales

La determinación de la estructura anatómica a partir de la cual se origina un tumor reviste la mayor importancia, máxime cuando el tumor se localiza en el interior de la cavidad craneal. La incorrecta localización de la lesión y de su lugar de origen puede acarrear consecuencias devastadoras al paciente. Cuando se estudia una lesión cerebral, es importante definir si se trata de una lesión intra-axial (intracerebral) o extra-axial (localizada fuera del cerebro).

Los tumores extra-axiales más comunes incluyen los meningiomas (tumores originados en las meninges) y los neurinomas del acústico. Los meningiomas generalmente derivan de las meninges, y sus localizaciones preferidas incluyen las regiones próximas a la hoz del cerebro, el borde libre de la tienda del cerebelo y el borde anterior de la fosa craneal media. Los neurinomas del acústico se sitúan típicamente en el nervio vestibulococlear [VIII] y sus regiones próximas, así como en el ángulo pontinocerebeloso.

Las lesiones intra-axiales pueden ser primarias o secundarias. Las lesiones secundarias son con diferencia las más frecuentes y en la mayor parte de los casos se trata de tumores metastásicos, aunque también es posible encontrar lesiones infecciosas metastásicas en un número considerable de ocasiones.

Las lesiones metastásicas tumorales más frecuentes proceden de un cáncer de mama o de pulmón, aunque muchos otros tumores pueden cursar con metástasis cerebrales.

Los tumores cerebrales primarios son poco frecuentes y pueden oscilar desde formas benignas a variedades muy agresivas de muy mal pronóstico. Estos tumores se originan de las distintas líneas celulares, siendo posible encontrar gliomas, oligodendrocitomas y tumores del plexo coroideo. Los tumores cerebrales primarios pueden presentarse a cualquier edad, aunque los picos de mayor incidencia se producen en los primeros años de vida y al comienzo de la edad media de la vida.

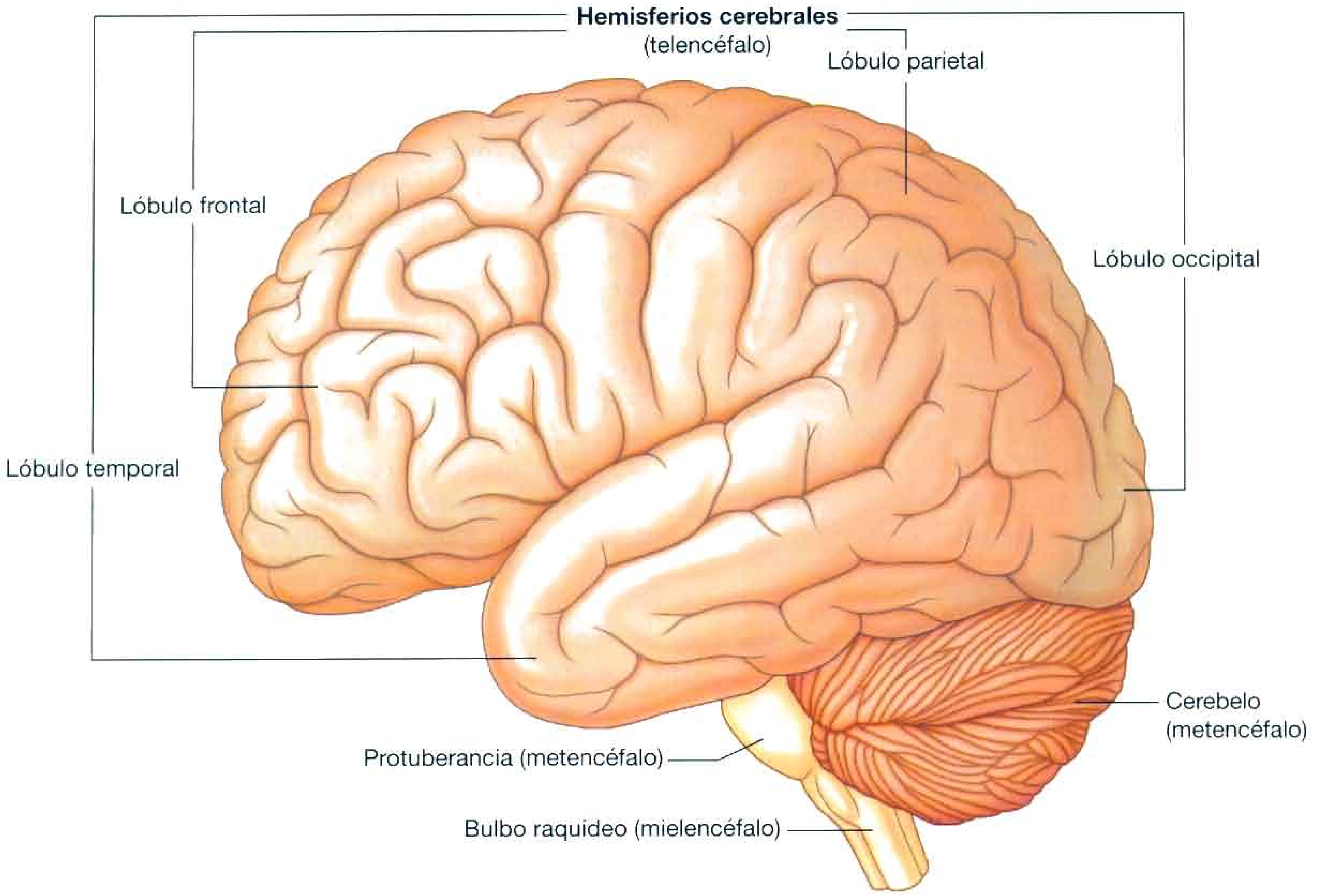


Fig. 8.35 Visión lateral del encéfalo.

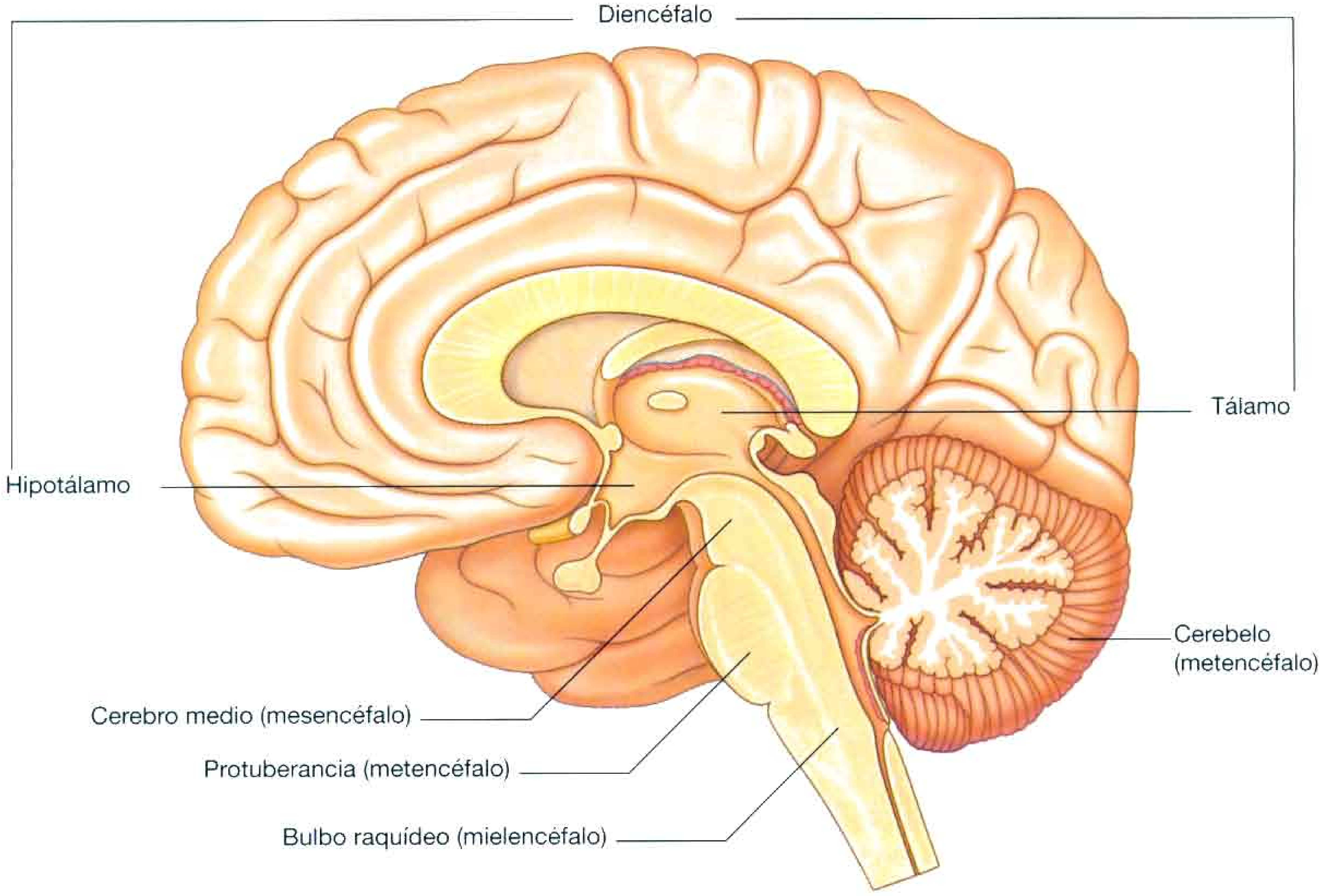


Fig. 8.36 Sección sagital del encéfalo.

Irrigación cerebral

El encéfalo recibe su irrigación arterial a partir de dos pares de vasos, las **arterias carótidas internas** y las **arterias vertebrales** (fig. 8.37), que se interconectan en la cavidad craneal para formar un **círculo arterial** (el polígono de Willis).

Las dos arterias vertebrales penetran en la cavidad craneal a través del agujero magno y se fusionan en la zona inferior de la protuberancia, originando la **arteria basilar.**

Las dos arterias carótidas internas entran en la cavidad craneal a través de los dos conductos carotídeos.

Arterias vertebrales

Cada arteria vertebral se origina en la parte inferior del cuello a partir de la primera porción de cada **arteria subclavia** y asciende a través de los agujeros transversos de las primeras seis vértebras cervicales, para penetrar en la cavidad craneal a través del agujero magno, donde cada arteria vertebral emite una pequeña rama meníngea.

Más adelante, las arterias vertebrales emiten tres ramas adicionales antes de unirse entre sí y dar lugar a la arteria basilar (fig. 8.38):

- Una rama que se une con su homóloga contralateral originando la **arteria espinal anterior,** que desciende por la fisura mediana anterior de la médula espinal.
- La segunda rama es la **arteria espinal posterior,** que pasa posteriormente rodeando el bulbo para descender sobre la superficie posterior de la médula espinal en la zona de salida de las raíces posteriores, existen dos arterias espinales posteriores, una a cada lado.
- Inmediatamente antes de la unión de las dos arterias vertebrales, cada una emite una **arteria cerebelosa posteroinferior.**

La arteria basilar se dirige en dirección rostral a lo largo de la superficie anterior de la protuberancia (fig. 8.38). Entre sus ramas, siguiendo una dirección de caudal a rostral, se distinguen: las **arterias cerebelosas anteroinferiores,** varias **arterias pontinas** de pequeño calibre y las **arterias cerebelosas superiores.** La arteria basilar finaliza por medio de una bifurcación que da origen a las **arterias cerebrales posteriores.**

Arterias carótidas internas

Las dos arterias carótidas internas representan una de las dos ramas terminales de las arterias carótidas comunes (fig. 8.37). Ascienden hasta llegar a la base del cráneo, accediendo a su interior a través de los conductos carotídeos.

Una vez en el interior de la cavidad craneal, cada arteria carótida interna emite las siguientes ramas: la **arteria oftálmica,** la **arteria comunicante posterior,** la **arteria cerebral media** y la **arteria cerebral anterior** (fig. 8.38).

Círculo arterial

El círculo arterial del cerebro (polígono de Willis) se forma en la base del cerebro por la unión entre los vasos vertebrobasilares y las ramas de la arteria carótida interna (fig. 8.37). En esta interconexión anastomótica participan:

- Una arteria comunicante anterior que conecta entre sí a la arteria cerebral anterior izquierda con la derecha.
- Dos arterias comunicantes posteriores, una a cada lado, que conectan la arteria carótida interna con la arteria cerebral posterior (fig. 8.37 y fig. 8.38).

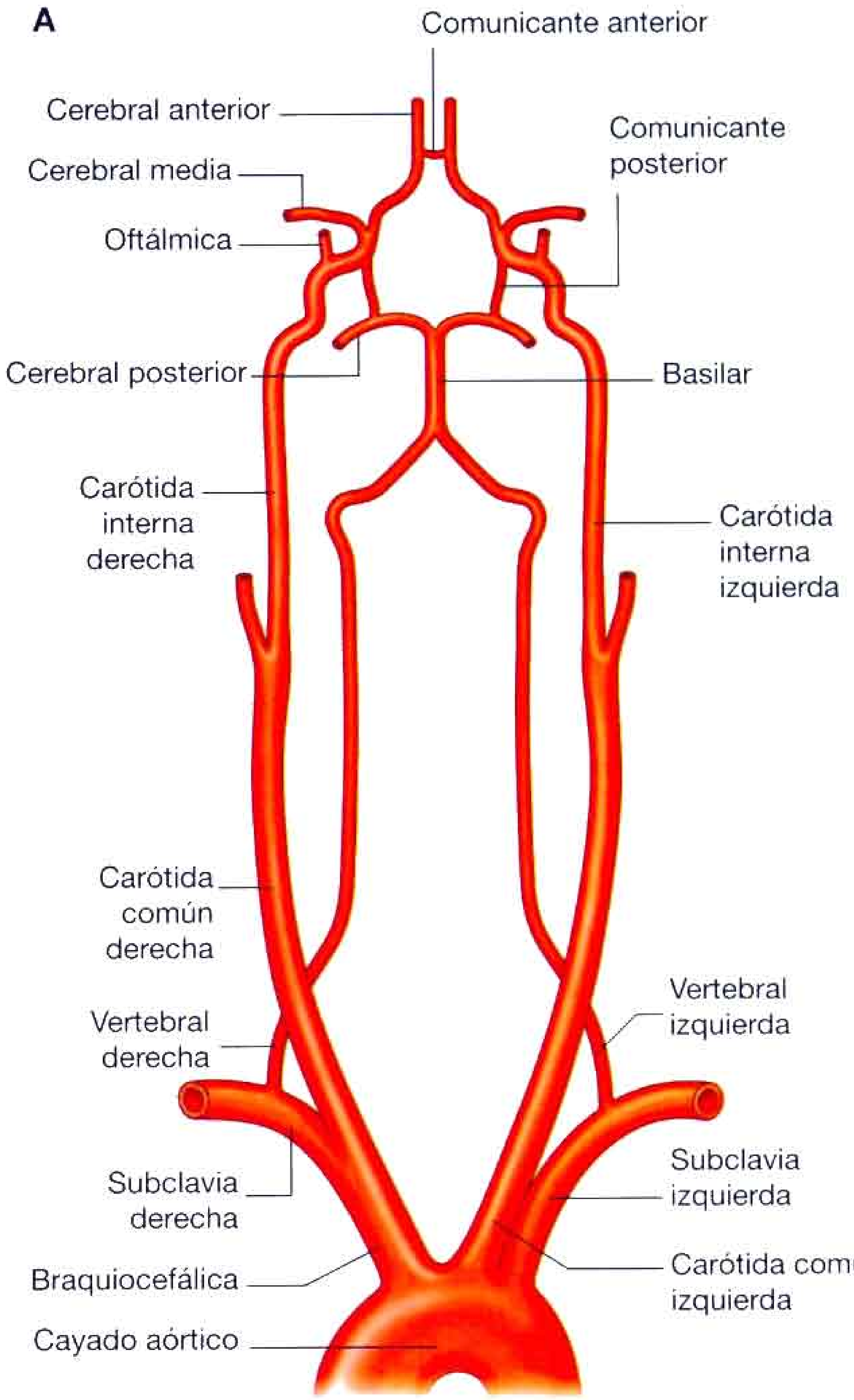


Fig. 8.37 Vascularización arterial del cerebro. **A.** Esquema.

Continúa

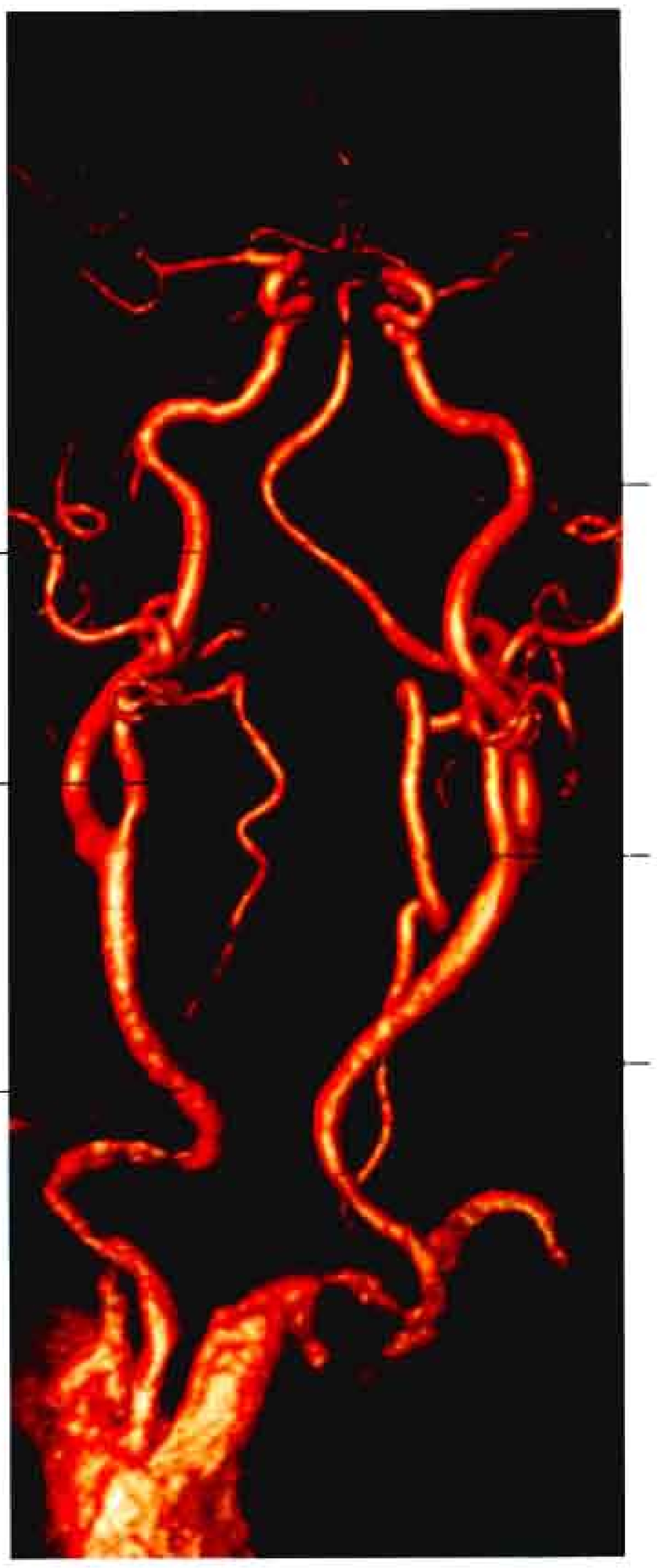


Fig. 8.37 ***(cont.)*** Vascularización arterial del cerebro. **B.** Angiograma mediante resonancia magnética. Se observan unas arterias carótidas y arterias vertebrales normales. **C.** TC con contraste de los vasos carotídeos.

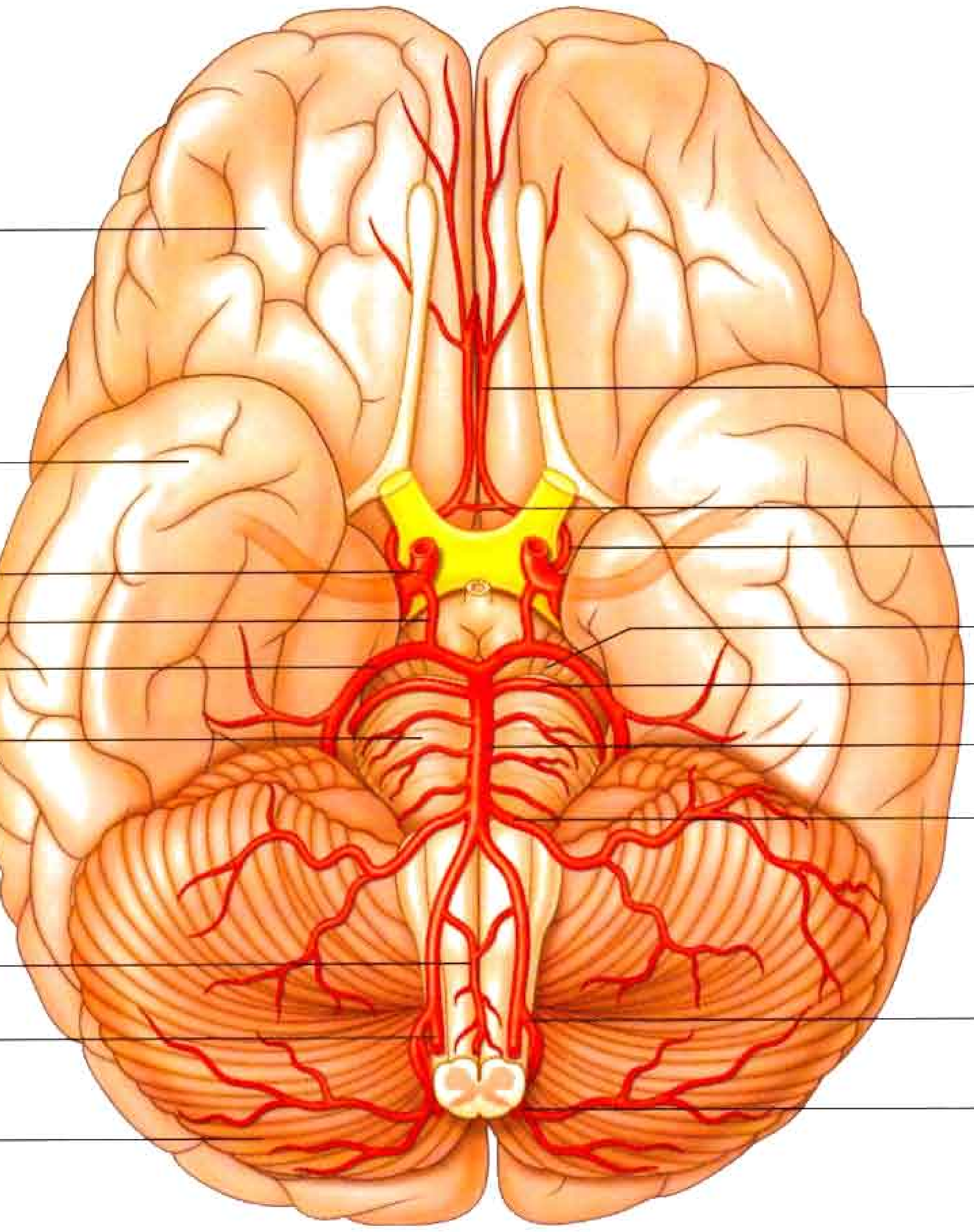


Fig. 8.38 Arterias de la base del cerebro.

Conceptos prácticos

Accidente cerebrovascular

Un accidente cerebrovascular o ictus consiste en un déficit agudo neurológico focal como consecuencia de la hipoperfusión cerebral difusa o localizada.

La causa de un ictus incluye la trombosis cerebral, la hemorragia cerebral, la hemorragia subaracnoidea y, con mayor frecuencia, los émbolos cerebrales. En la mayor parte de los accidentes cerebrovasculares, la obstrucción de los vasos cerebrales de pequeño calibre es producida por émbolos originados en placas ateroscleróticas localizadas en los vasos más proximales del cuello y del tórax.

En la mayor parte de los pacientes es posible demostrar una placa aterosclerótica en o alrededor de la bifurcación de la arteria carótida común en las arterias carótidas interna y externa. Con el paso del tiempo la placa carotídea aumenta de tamaño y finalmente produce una estenosis marcada. Al aumentar la estenosis, los remolinos en el flujo sanguíneo local dan lugar a la formación de émbolos ateroscleróticos y plaquetarios que alcanzan los vasos intracraneales, obstruyendo su flujo. El tejido en la zona de la obstrucción muere si transcurren más de cinco minutos sin perfusión (infarto cerebral, fig. 8.39).

La fisiopatología de los ictus menos graves, ataques isquémicos transitorios (AIT), es igual a la de los accidentes cerebrovasculares, pero la recuperación suele ser total en las primeras 24 horas. Son un signo indicativo de la necesidad de instaurar un tratamiento.

Las medidas encaminadas a la prevención de nuevos accidentes cerebrovasculares incluyen los cambios en el estilo de vida, el control de la hipertensión (en caso de existir), y tratamientos farmacológicos que inhiban la agregación plaquetaria (p. ej., aspirina) para disminuir la posibilidad de que se formen coágulos que lancen émbolos a la circulación cerebral.

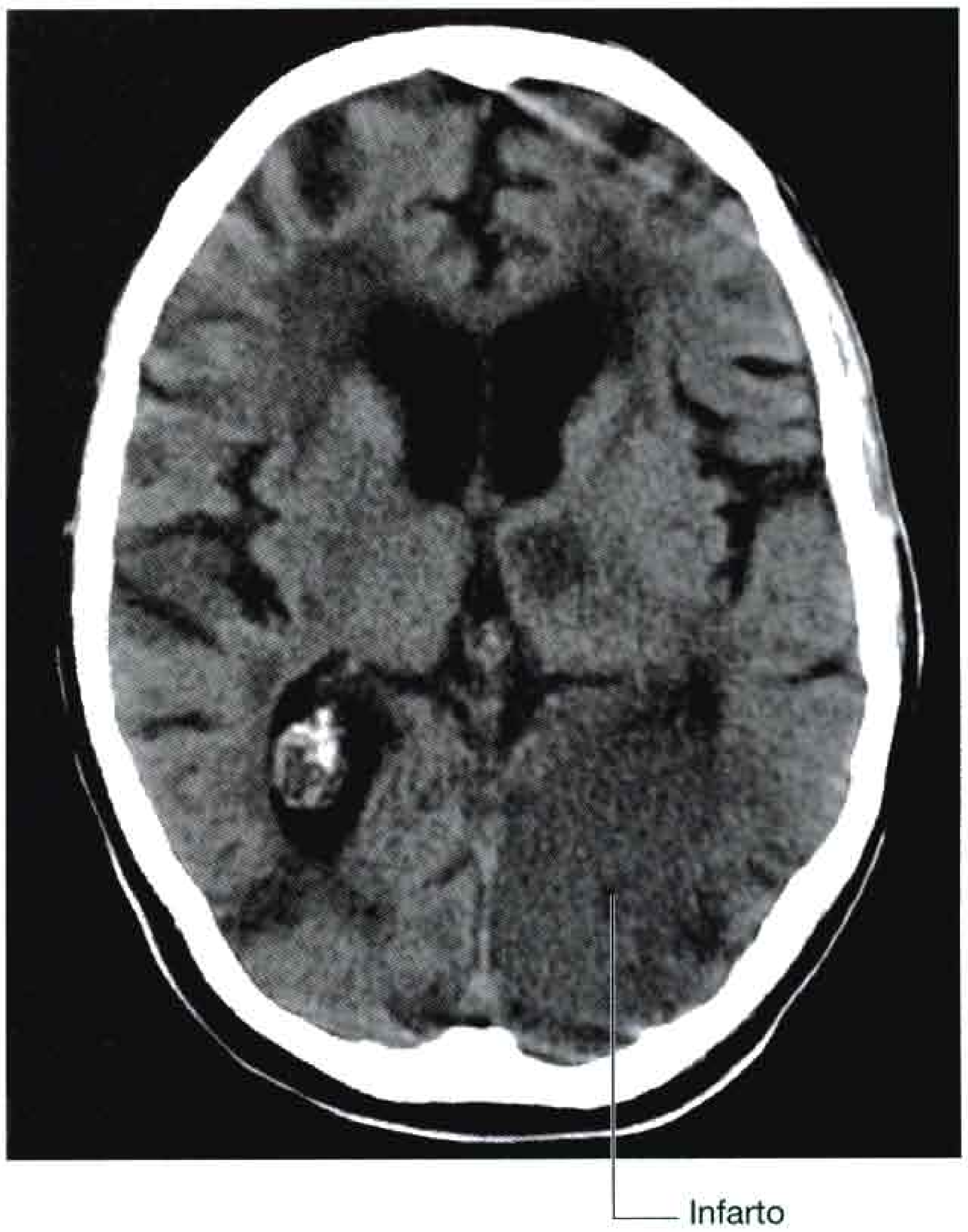


Fig. 8.39 Infarto cerebral. TC cerebral.

La cirugía está indicada en los pacientes con estenosis graves, para eliminar los coágulos y las placas ateroescleróticas de la bifurcación carotídea y reconstruir esta región.

Conceptos prácticos

Aneurismas intracerebrales

Los aneurismas intracerebrales se originan de los vasos integrantes o próximos al círculo arterial del encéfalo (polígono de Willis). Generalmente se producen en o alrededor de la arteria comunicante anterior, la arteria comunicante posterior, las ramas de la arteria cerebral media, el extremo distal de la arteria basilar (fig. 8.40) y la arteria cerebelosa posteroinferior.

A medida que los aneurismas aumentan de tamaño, se incrementa el riesgo de rotura. Por lo general los pacientes desconocen la existencia del aneurisma y no suelen existir signos o síntomas prodrómicos. Tras la rotura del mismo, el paciente experimenta de forma aguda una cefalea «terebrante» que produce rigidez de nuca y puede acompañarse de vómitos. En algunos pacientes el desenlace es mortal, pero un número elevado de los mismos logra llegar

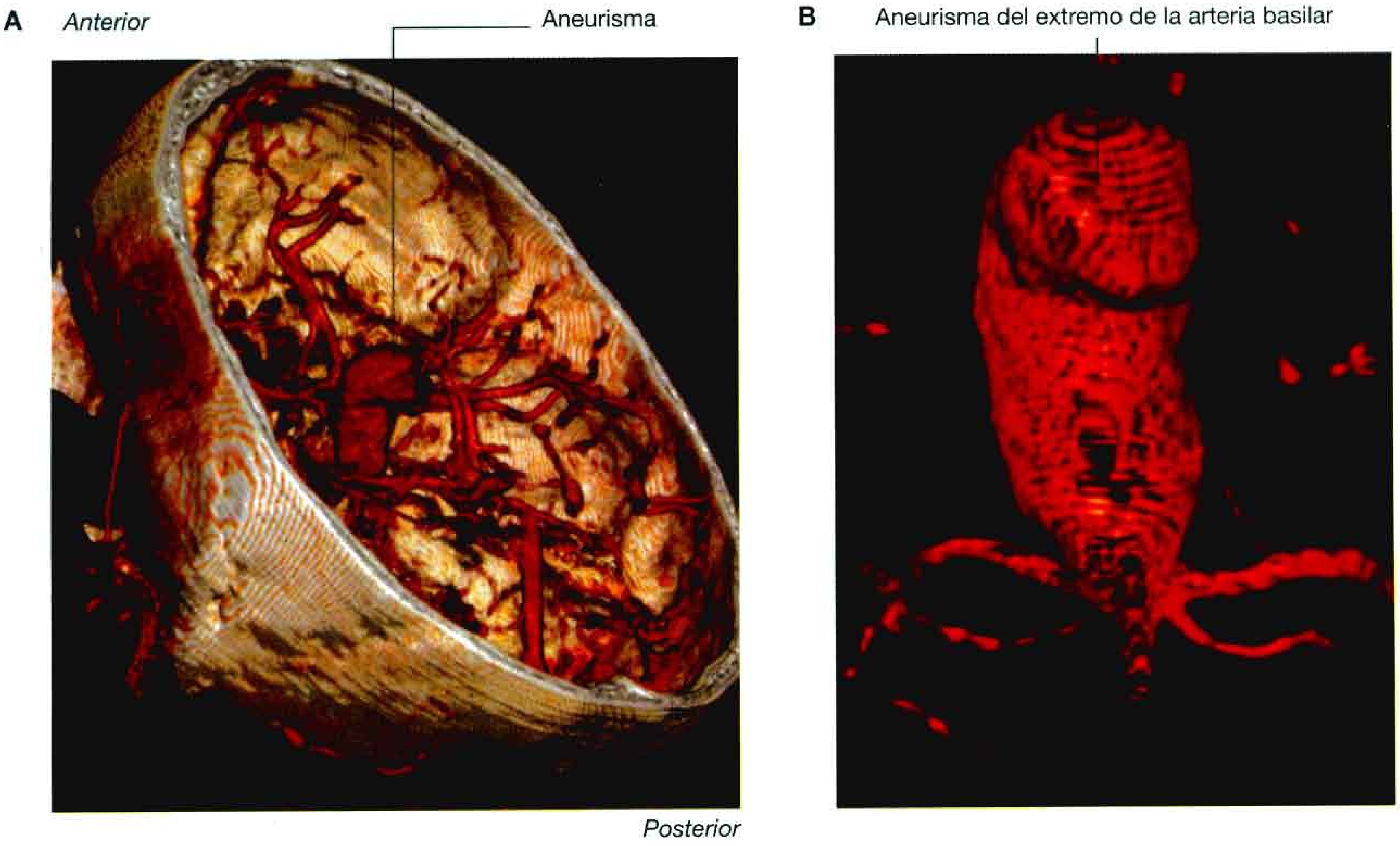


Fig. 8.40 Aneurisma del extremo de la arteria basilar. **A.** Sección tridimensional de una TC craneal. **B.** Detalle del aneurisma.

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

al hospital con vida, siendo posible establecer el diagnóstico. La TC inicial demuestra la presencia de sangre en el espacio subaracnoideo, que puede asociarse con una hemorragia intracerebral. La angiografía cerebral permite al radiólogo determinar la localización, el tamaño y el origen del aneurisma.

Los pacientes suelen precisar intervenciones quirúrgicas complejas con el fin de ligar el cuello del aneurisma. Recientemente, las técnicas de radiología intervencionista han reemplazado al tratamiento quirúrgico convencional en algunos aneurismas de localizaciones específicas. Estas técnicas implican la cateterización de la arteria femoral y la colocación de un catéter de gran longitud que a través de la aorta llega a la circulación carotídea y de allí hasta la circulación encefálica. El extremo del catéter se sitúa en el aneurisma, que se rellena con minúsculas microespirales (fig. 8.41) que sellan el punto de rotura.

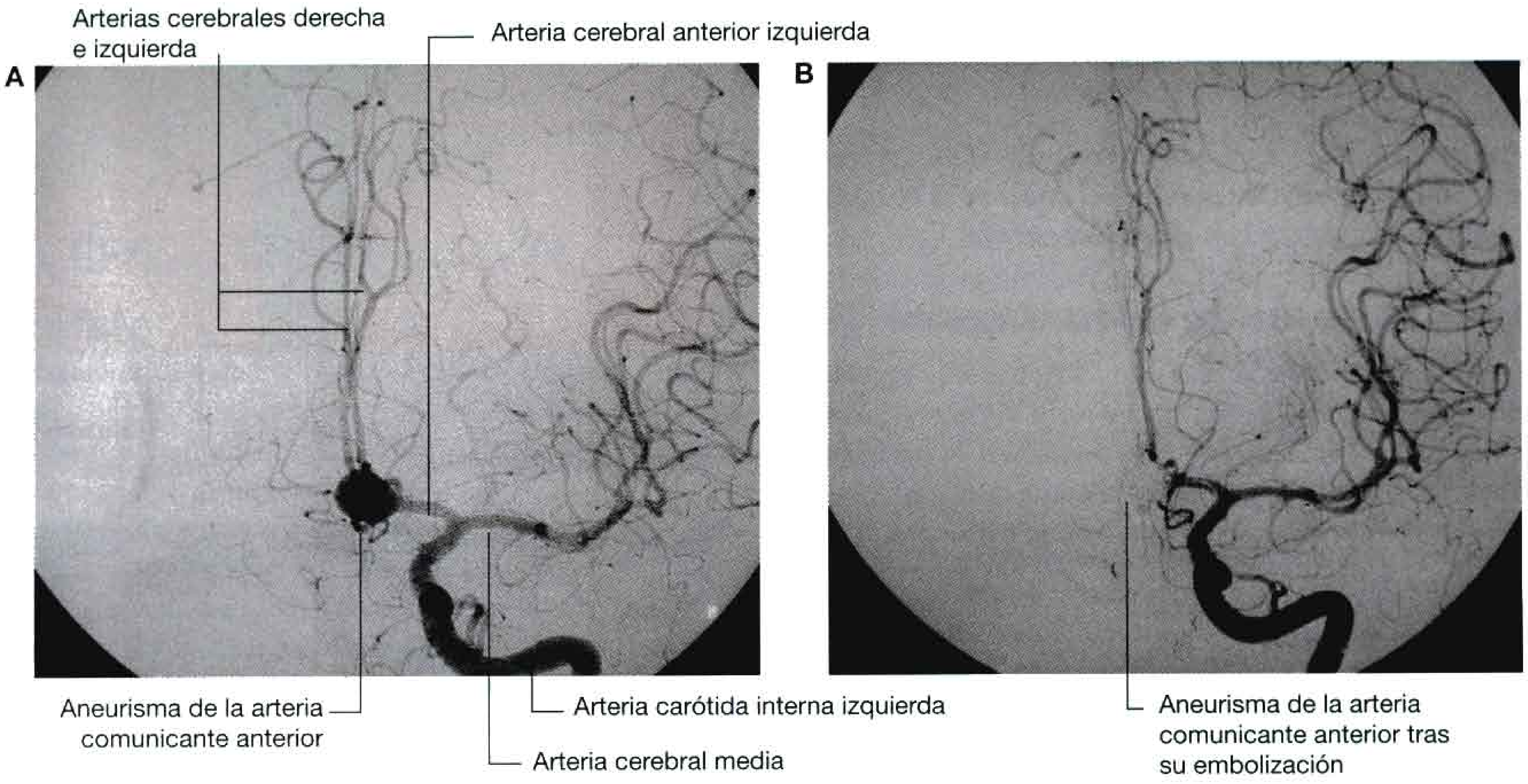


Fig. 8.41 Aneurisma de arteria comunicante anterior. **A.** Angiograma carotídeo izquierdo. **B.** Angiograma carotídeo izquierdo postembolización.

Drenaje venoso

El drenaje de la sangre venosa del encéfalo comienza internamente en redes de pequeños conductos venosos que drenan en las venas cerebrales de mayor tamaño, las venas cerebelosas y las venas que drenan el tronco del encéfalo, que en última instancia finalizan en los **senos venosos durales.** Los senos venosos durales son espacios tapizados por endotelio que se localizan entre las capas perióstica externa y la meníngea interna de la duramadre, y drenan en las **venas yugulares internas.**

Las **venas diploicas**, que discurren entre las tablas externa e interna del hueso compacto del techo de la cavidad craneal, y las **venas emisarias,** que penetran desde el exterior de la cavidad craneal, también drenan en los senos venosos durales (fig. 8.42).

Las venas emisarias poseen importancia clínica debido a que al carecer de válvulas pueden ser una puerta de entrada de infecciones al interior de la cavidad craneal.

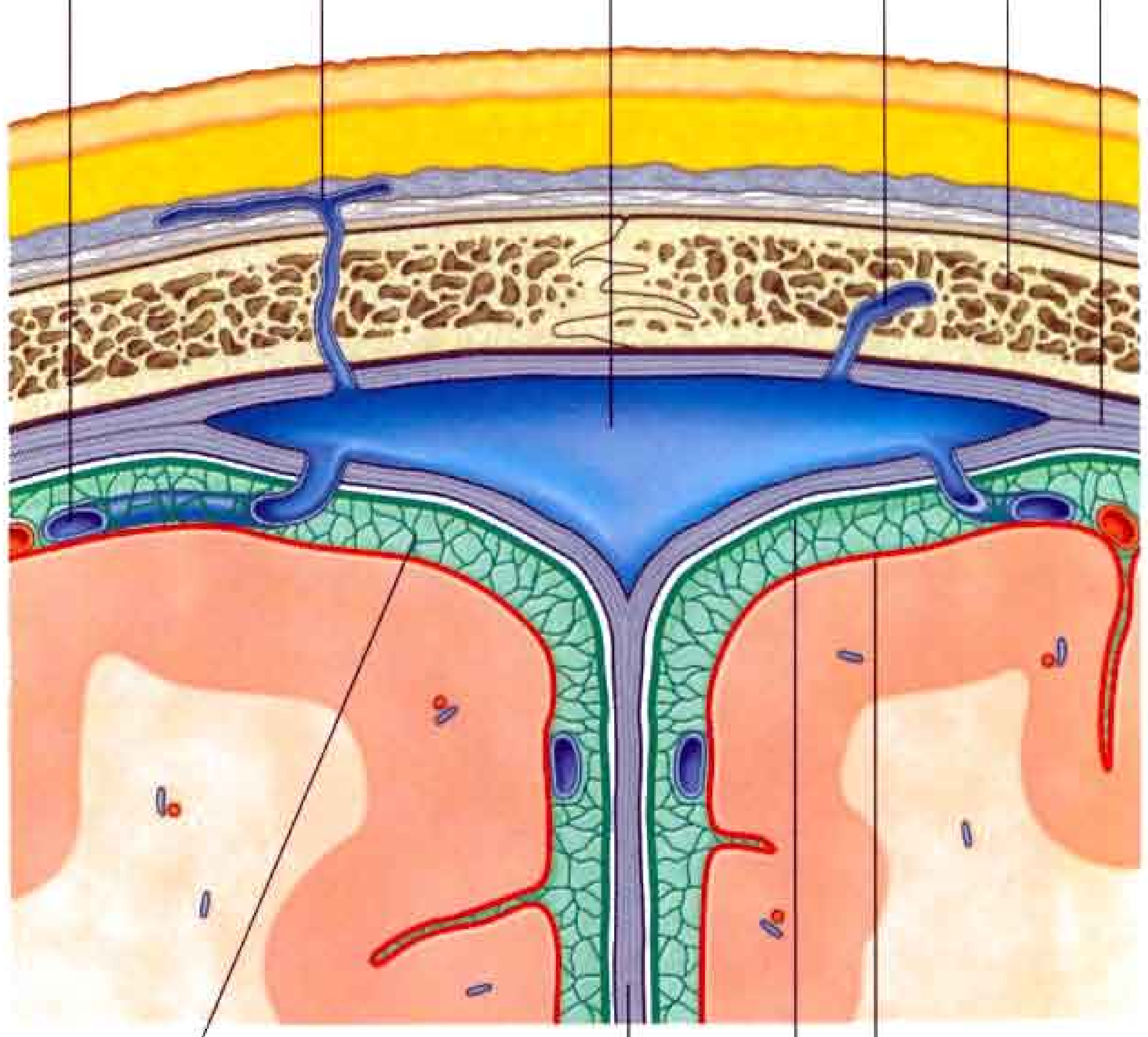


Fig. 8.42 Senos venosos de la duramadre.

Senos venosos de la duramadre

Los senos venosos de la duramadre incluyen el seno sagital superior, el seno sagital inferior, el seno recto, los senos transversos, los senos sigmoideos, los senos occipitales, la confluencia sinusal, y los senos cavernosos, esfenoparietales, petrosos superiores, petrosos inferiores y basilares (fig. 8.43, tabla 8.3).

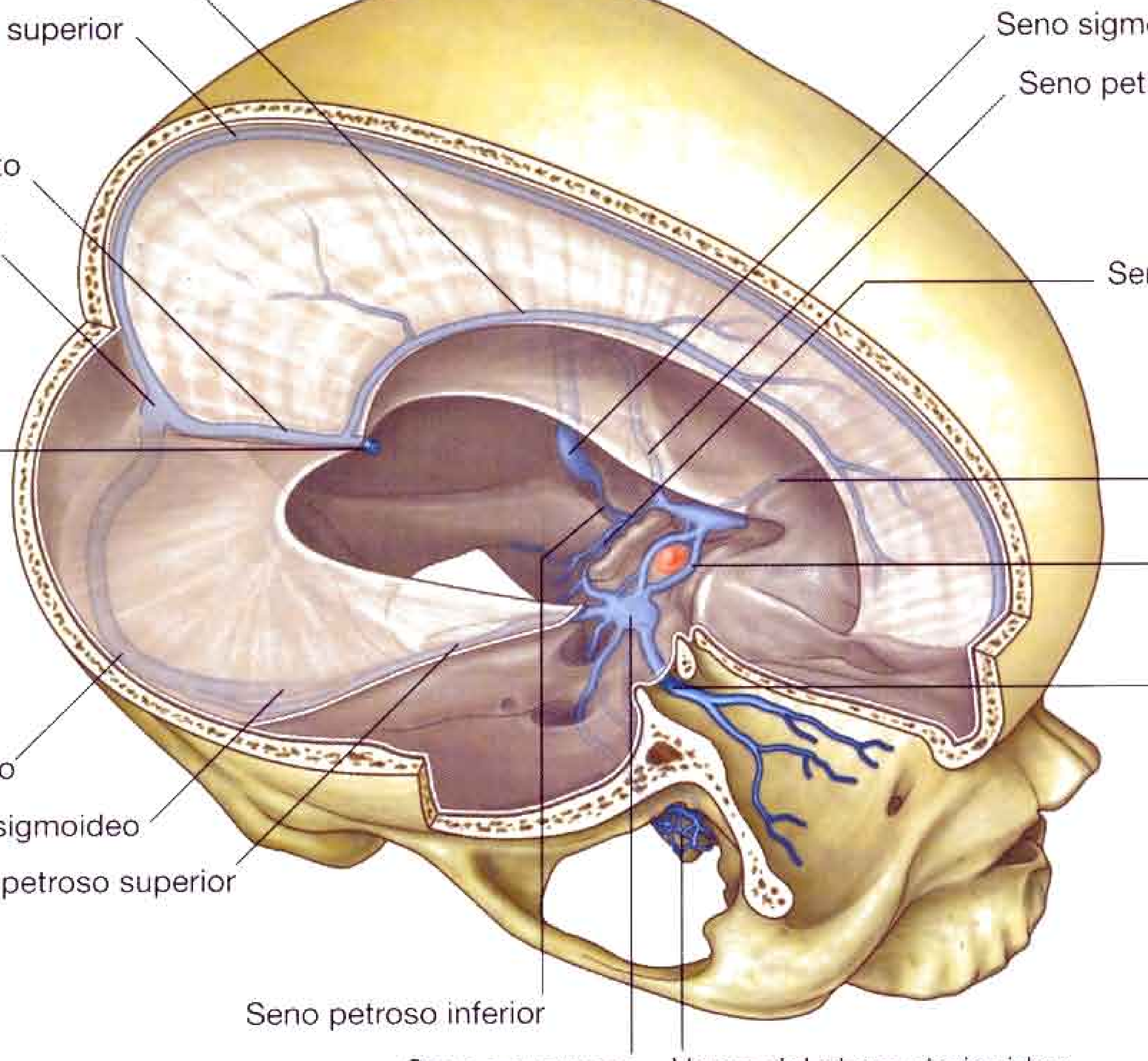


Fig. 8.43 Venas, meninges y senos venosos de la duramadre.

Tabla 8.3 Senos venosos de la duramadre

Senos de la duramadre	Situación	Afluentes
Sagital superior	Borde superior de la hoz del cerebro	Venas emisarias, diploicas, cerebrales superiores, y LCR
Sagital inferior	Margen inferior de la hoz del cerebro	Algunas venas cerebrales y venas de la hoz del cerebro
Recto	Unión de la hoz del cerebro y la tienda del cerebelo	Seno sagital inferior, vena cerebral magna, venas cerebrales posteriores, venas cerebelosas superiores y venas de la hoz del cerebro
Ocipital	Hoz del cerebelo, frente al hueso occipital	Se comunica inferiormente con el plexo venoso vertebral
Confluencia sinusal	Dilatación en la protuberancia occipital interna	Seno sagital superior, seno recto y seno occipital
Transverso (derecho e izquierdo)	Extensiones horizontales de la confluencia sinusal a lo largo de las inserciones posterior y lateral de la tienda del cerebelo	Drena la confluencia sinusal (a la derecha: el seno transverso y por lo general el seno sagital superior; a la izquierda: el seno transverso y por lo general el seno recto); así como el seno petroso superior, y las venas cerebrales inferiores, cerebelosas, emisarias y diploicas
Sigmoideo (derecho e izquierdo)	Continuación de los senos transversos hacia la vena yugular interna, surco en los huesos parietal, occipital y temporal	Senos transversos y venas cerebrales, cerebelosas, emisarias y diploicas
Cavernoso (par)	Región lateral del cuerpo del esfenoides	Venas oftálmicas y cerebrales y venas emisarias del plexo pterigoideo de las venas y senos esfenoparietales
Intercavernoso	Cruza la silla turca	Interrelaciona los senos cavernosos
Esfenoparietal (par)	Superficie inferior de las alas menores del esfenoides	Venas meníngeas y diploicas
Petroso superior (par)	Borde superior de la porción petrosa del hueso temporal	Seno cavernoso y venas cerebrales y cerebelosas
Petroso inferior (par)	Surco entre la porción petrosa del hueso temporal y el hueso occipital, finalizando en la vena yugular interna	Seno cavernoso, venas cerebelosas y venas del oído interno y del tronco del encéfalo
Basilar	Clivus, justo posterior a la silla turca del esfenoides	Conecta los senos petrosos inferiores y se comunica con el plexo venoso vertebral

Seno sagital superior

El seno sagital superior se dispone en el borde superior de la hoz del cerebro. Comienza anteriormente en el agujero ciego, donde puede recibir una pequeña vena emisaria de la cavidad nasal, y finaliza posteriormente en la confluencia de los senos, generalmente curvándose hacia la derecha para drenar en el seno transverso derecho.

El seno sagital superior recibe generalmente sangre de las venas cerebrales que provienen de la superficie superior de los hemisferios cerebrales, las venas diploicas, las venas emisarias y las venas de la hoz del cerebro.

Seno sagital inferior y seno recto

El seno sagital inferior se encuentra en el borde inferior de la hoz del cerebro. Recibe unas pocas venas cerebrales y venas de la hoz del cerebro, y finaliza posteriormente en el margen anterior de la tienda del cerebelo, donde se une a la vena cerebral magna, formando conjuntamente el seno recto (fig. 8.43).

El seno recto continúa en dirección posterior a lo largo de la unión de la hoz del cerebro y de la tienda del cerebelo y finaliza en la confluencia sinusal, curvándose generalmente hacia la izquierda para vaciarse en el seno transverso izquierdo.

El seno recto por lo general recibe sangre del seno sagital inferior, de las venas cerebrales de la porción posterior de los hemisferios cerebrales, de la vena cerebral magna que drena las áreas profundas de los hemisferios cerebrales, las venas cerebelosas superiores y las venas de la hoz del cerebro.

Confluencia de los senos, seno sigmoideo y senos transversos

El seno sagital superior, el seno recto y el seno occipital (en la hoz del cerebelo) drenan en la confluencia de los senos, un espacio dilatado que se localiza en la protuberancia occipital interna (fig. 8.43) y que a su vez drena en los senos transversos derecho e izquierdo.

Los senos transversos pares se extienden siguiendo una dirección horizontal a partir de la confluencia de los senos, donde la tienda del cerebelo se une a las paredes posterior y lateral de la cavidad craneal.

Los senos transversos derecho e izquierdo reciben normalmente la sangre del seno sagital superior y del seno recto, respectivamente.

En los senos transversos también drenan el seno petroso superior, las venas de las regiones inferiores de los hemisferios cerebrales y del cerebelo, así como venas diploicas y emisarias.

Cuando los senos transversos abandonan la superficie del hueso occipital, pasan a denominarse senos sigmoideos (fig. 8.43). Los senos sigmoideos se dirigen inferiormente discurriendo a lo largo de surcos de los huesos parietales, temporales y occipital antes de finalizar en el origen de las venas yugulares internas. En los senos sigmoideos también drenan venas cerebrales, cerebelosas, diploicas y emisarias.

Senos cavernosos

Los senos cavernosos son dos estructuras que se aplican contra las paredes laterales del cuerpo del hueso esfenoides, a cada lado de la silla turca (fig. 8.44). Poseen una gran importancia clínica debido a sus conexiones y a las estructuras que pasan a su través.

En los senos cavernosos drena sangre no solo de las venas cerebrales sino también de las venas oftálmicas (provenientes de la órbita) y de venas emisarias (del plexo venoso pterigoideo de la fosa infratemporal). *Estas conexiones proporcionan vías a través de la cuales las infecciones pueden penetrar desde localizaciones extracraneales hacia el interior de la cavidad craneal. Además, las estructuras que pasan a través del seno cavernoso, localizadas en sus paredes, son susceptibles de lesionarse por la inflamación.*

Las estructuras que atraviesan cada seno cavernoso son:

- La arteria carótida interna.
- El nervio abducens [VI].

Las estructuras que se localizan en la pared lateral de cada seno cavernoso son, en dirección superoinferior:

- El nervio oculomotor [III].
- El nervio troclear [IV].
- El nervio oftálmico [V_1].
- El nervio maxilar [V_2].

Los senos cavernosos derecho e izquierdo se encuentran conectados por los senos intercavernosos, situados en los lados anterior y posterior del tallo hipofisario (fig. 8.43).

Los senos esfenoparietales drenan en el límite anterior de cada seno cavernoso. Estos pequeños senos se localizan a lo largo de la superficie inferior de las alas menores del esfenoides y reciben sangre de venas meníngeas y diploicas.

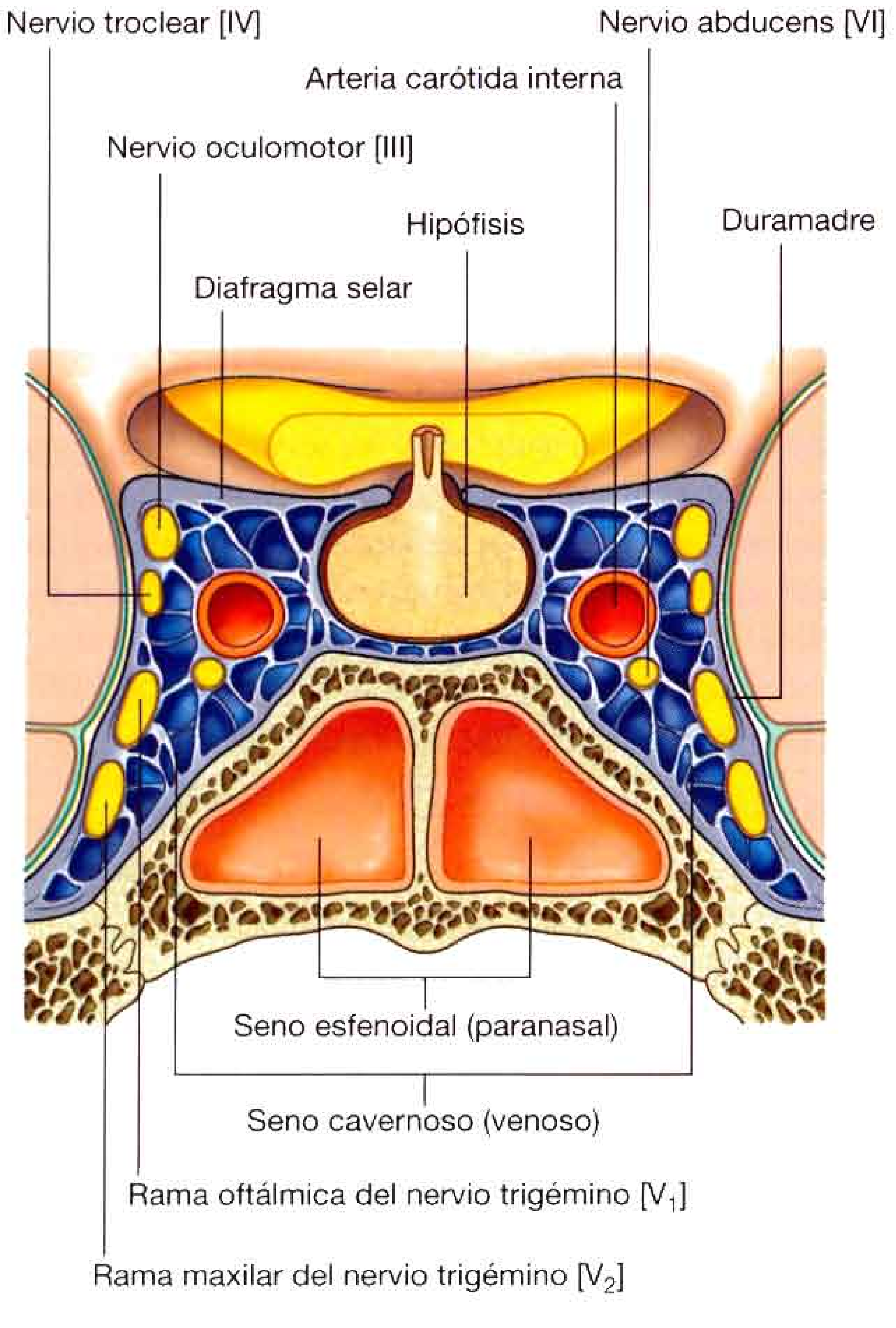


Fig. 8.44 Seno cavernoso.

Senos petrosos superiores e inferiores

Los senos petrosos superiores drenan la sangre de los senos cavernosos hacia los senos transversos. Cada seno petroso superior comienza en el límite posterior de cada seno cavernoso y pasa posterolateralmente a lo largo del borde superior de la porción petrosa de cada hueso temporal hasta alcanzar el seno transverso (fig. 8.43). En los senos petrosos superiores también drenan venas cerebrales y cerebelosas.

Los dos senos petrosos inferiores también se originan en el límite posterior de los senos cavernosos. Se dirigen posteroinferiormente siguiendo un surco existente entre la porción petrosa del hueso temporal y la porción basal del hueso occipital, terminando en las venas yugulares internas. Estos senos contribuyen al drenaje de los senos cavernosos así como de las venas cerebelosas, las venas del oído interno y las venas del tronco del encéfalo.

Los senos basilares conectan los senos petrosos inferiores entre sí y con el plexo venoso vertebral. Se sitúan sobre el clivus, inmediatamente posteriores a la silla turca del hueso esfenoides (fig. 8.43).

Conceptos prácticos

Traumatismo craneal

Los traumatismos craneales son lesiones frecuentes y suponen una fuente de morbimortalidad importante. Suelen ocurrir en varones adultos jóvenes y representan un 10% de las causas de muerte en este grupo de edad. El traumatismo craneal puede ser la única lesión, pero a menudo el paciente presenta otras lesiones. Siempre debe sospecharse la presencia de un traumatismo craneal en todo paciente con lesiones múltiples. El 50% de los pacientes politraumatizados fallecen a consecuencia de un traumatismo craneal.

En el momento de producirse el traumatismo craneal se inician dos procesos:

- En primer lugar, la lesión cerebral primaria consiste en el daño celular y axonal primarios, producidos por las fuerzas de desaceleración dentro del cerebro. Estas lesiones por lo general son irreversibles. Otros tipos de lesiones cerebrales primarias incluyen la hemorragia intracerebral y las heridas penetrantes, que pueden destruir directamente la sustancia gris y la sustancia blanca.
- Las lesiones secundarias son secuelas del traumatismo inicial. Entre ellas se incluyen la laceración del cuero cabelludo, la fractura de la bóveda craneana, la rotura de las arterias y venas intracerebrales, el edema cerebral y la infección. En la mayor parte de los casos estas complicaciones pueden tratarse si se diagnostican pronto. La instauración precoz de un tratamiento efectivo mejora de forma significativa la recuperación y el pronóstico del paciente.

Conceptos prácticos

Tipos de hemorragias intracraneales

Hemorragia cerebral primaria

Entre las múltiples causas de una hemorragia cerebral primaria se incluyen la rotura de un aneurisma, la hipertensión (hematoma intracerebral secundario a una presión arterial elevada) y la hemorragia secundaria a un infarto cerebral (v. pág. 791).

Hemorragia extradural

Una hemorragia extradural (fig. 8.45) se debe a una lesión arterial y se produce por la rotura de las ramas de la arteria meníngea media, lo que ocurre generalmente en la región del pterión. La sangre se acumula entre la capa perióstica de la duramadre y la calota, y la colección hemática se expande lentamente por efecto de la presión arterial.

Es típico que exista un antecedente de pérdida leve de consciencia tras recibir un golpe en la cabeza (a menudo durante la práctica de una actividad deportiva). Tras el traumatismo, el paciente generalmente recobra la consciencia y suele existir un período de lucidez de unas horas, transcurridas las cuales se instaura con rapidez un cuadro de somnolencia, se pierde de nuevo la consciencia, y se puede acompañar de un desenlace fatal.

Hematoma subdural

El hematoma subdural (fig. 8.46) se forma entre la duramadre y la aracnoides. El hematoma se debe al sangrado venoso, generalmente por la rotura de las venas cerebrales en su punto de entrada al seno sagital superior.

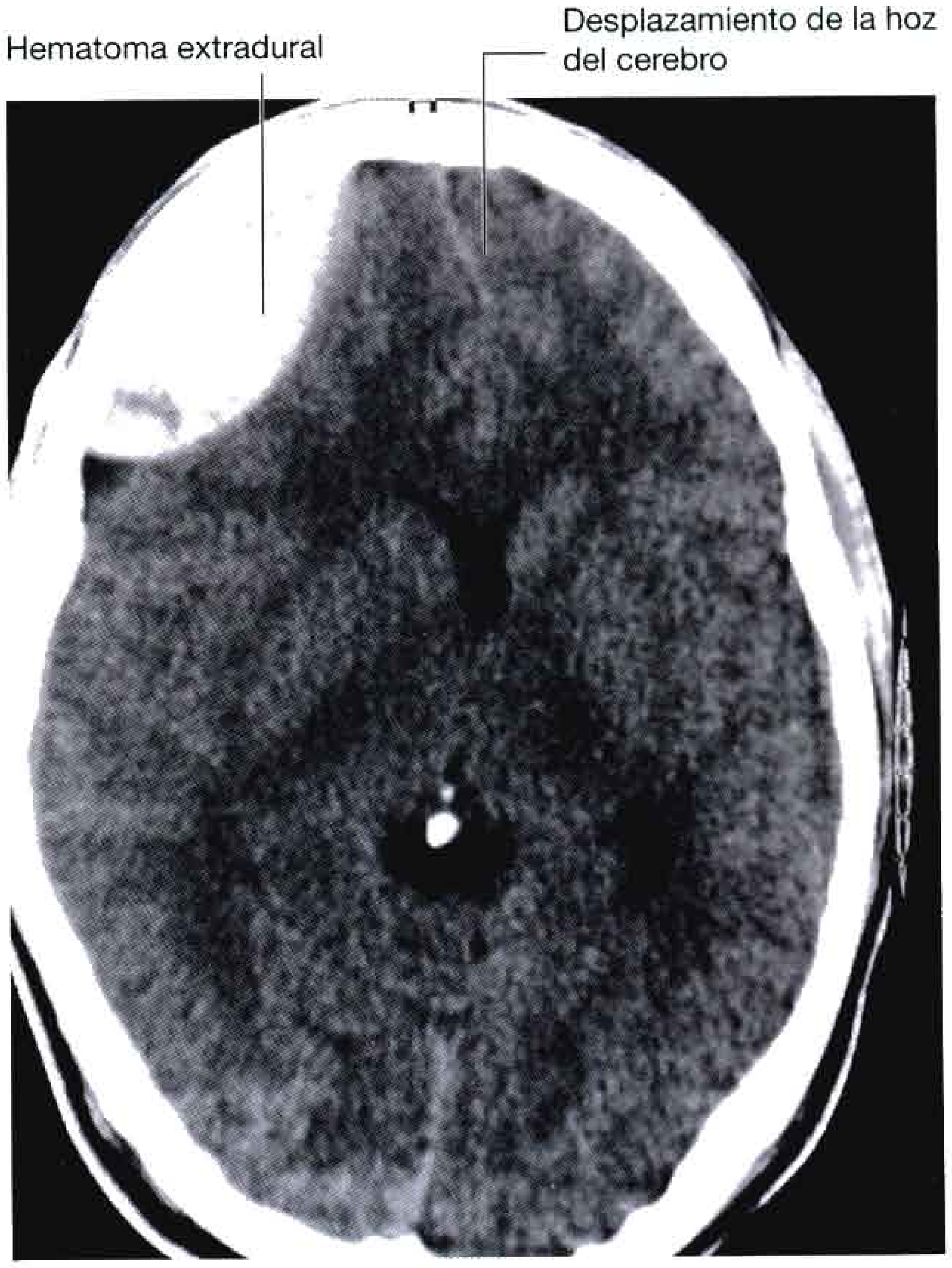


Fig. 8.45 Hematoma extradural. TC axial cerebral.

Continúa

Conceptos prácticos *(cont.)*

Los pacientes con más riesgo de sufrir un hematoma subdural son los más jóvenes y los más ancianos. En los pacientes con atrofia cerebral, el mayor tamaño del espacio subdural se traduce en que las venas cerebrales que penetran en el seno sagital están sometidas a una carga mayor de la normal. La historia clínica suele incluir el antecedente de un traumatismo insignificante seguido de una pérdida de consciencia insidiosa o de trastornos de la personalidad.

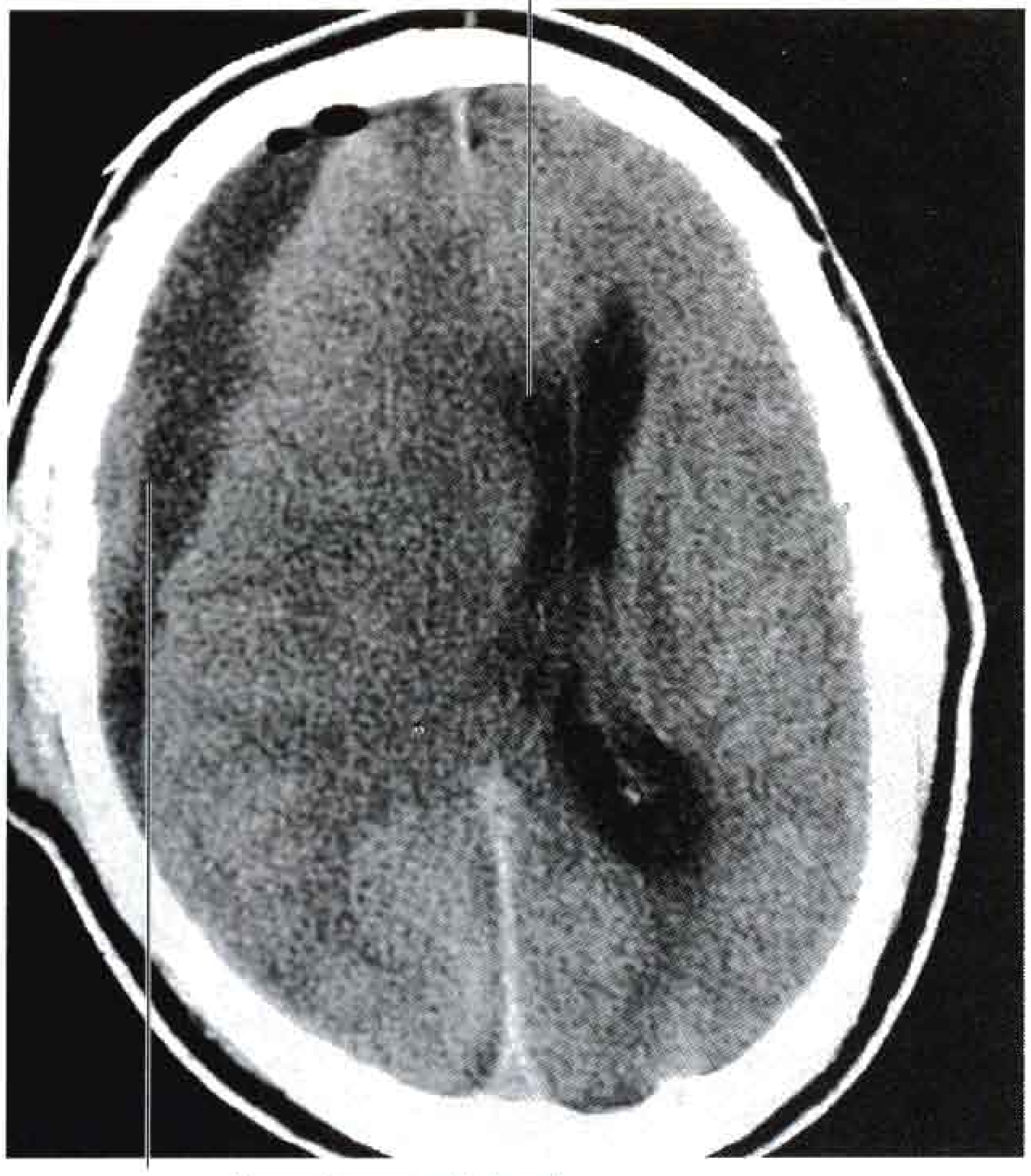


Fig. 8.46 Hematoma subdural crónico (hipodenso). TC axial cerebral.

Hemorragia subaracnoidea

Las hemorragias subaracnoideas (fig. 8.47) pueden presentarse en pacientes que hayan sufrido traumatismos cerebrales de consideración, aunque típicamente se producen por la rotura de un aneurisma intracerebral que interesa a vasos relacionados con el círculo arterial (polígono de Willis).

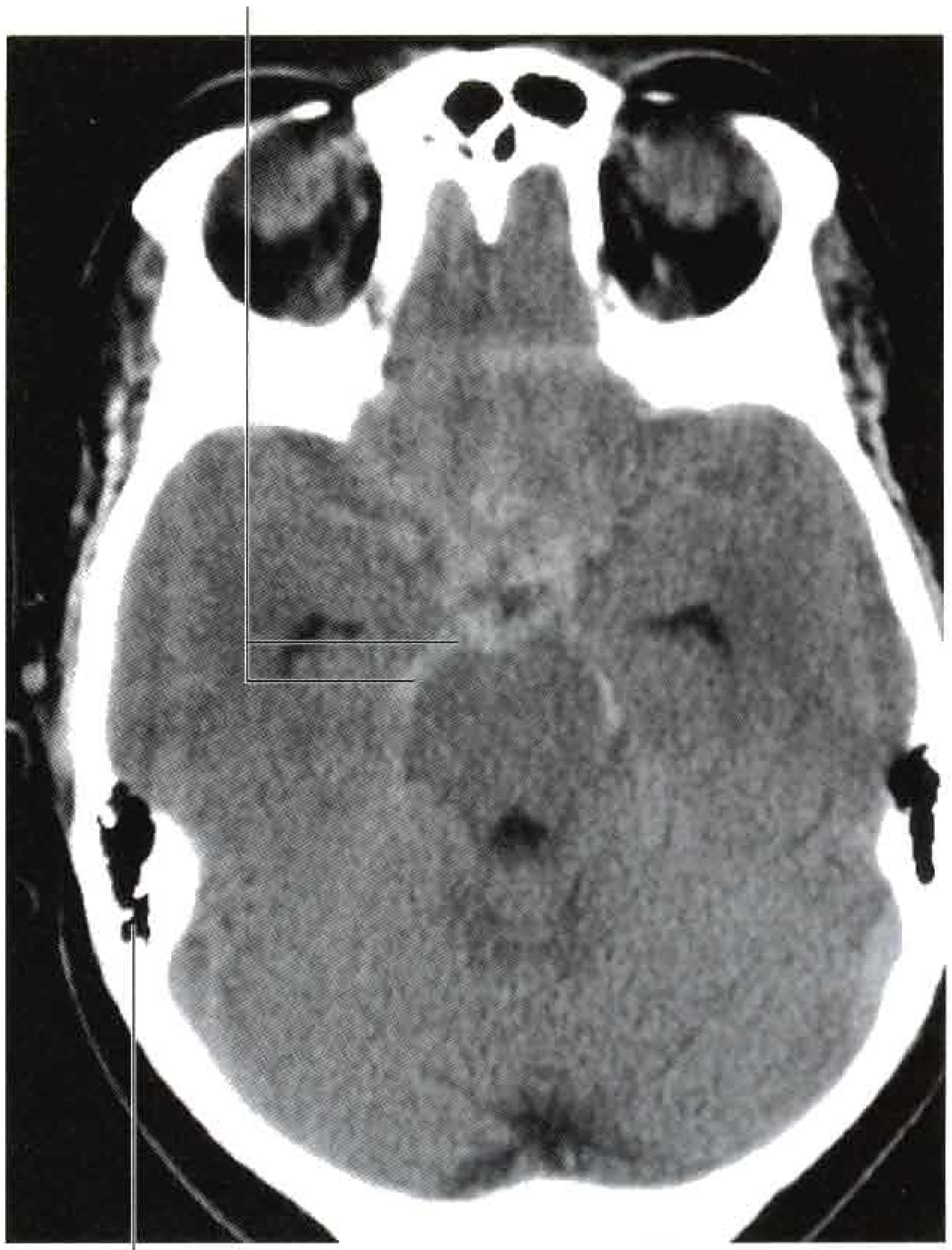


Fig. 8.47 Hemorragia subaracnoidea. TC axial cerebral.

Conceptos prácticos

Valoración clínica de pacientes con traumatismo craneal

La valoración clínica de los pacientes que han sufrido un traumatismo craneal siempre parece relativamente sencilla, aunque la realidad sea la contraria.

Los tipos de traumatismos pueden ser variados, desde una simple caída hasta un politraumatismo complejo. La edad del paciente y su capacidad para comunicarse y relatar lo sucedido son factores importantes.

Se deben documentar las circunstancias en las que ocurrió el accidente ya que algunos traumatismos craneales se producen como consecuencia de una agresión grave, por lo que el médico puede ser llamado a declarar ante un tribunal de justicia.

La determinación de la gravedad del traumatismo craneal puede ser difícil sobre todo en los casos en los que la lesión ocurre como resultado o asociada a una intoxicación alcohólica.

Tras el diagnóstico del traumatismo y una vez instaurado el tratamiento correcto, deben tenerse en cuenta las circunstancias en las que tuvo lugar y el entorno al que volverá el paciente tras finalizar el tratamiento con el fin de prevenir nuevas lesiones (p. ej., una persona anciana que haya tropezado con la moqueta floja de una escalera).

La exploración clínica debe ser exhaustiva e incluir a todos los sistemas, pero prestando especial atención al sistema nervioso central y al periférico. Debe valorarse el nivel de consciencia y documentarlo con precisión empleando la escala de coma de Glasgow, que permite asignar un valor numérico al nivel de consciencia que presente el enfermo, de modo que puede medirse y cuantificarse cualquier signo de mejoría o empeoramiento.

Escala de coma de Glasgow

La escala de coma de Glasgow fue propuesta en 1974 y hoy en día es ampliamente aceptada en todo el mundo. La puntuación total es de 15 puntos, de modo que un resultado de 15/15 indica que el paciente se encuentra alerta y totalmente orientado, mientras que un resultado de 3/15 es indicativo de un coma profundo y grave. El sistema de puntos valora la mejor respuesta motora (un total de 6 puntos), la mejor respuesta verbal (un total de 5 puntos) y la mejor respuesta de la motilidad ocular (un total de 4 puntos).

Conceptos prácticos

Tratamiento de los traumatismos craneales

El tratamiento de una lesión cerebral primaria es sumamente limitado. La interrupción axonal y la muerte celular suelen ser irreversibles. La lesión cerebral se acompaña, al igual que en la mayor parte de los tejidos, de un aumento de volumen. Al encontrarse confinado en un espacio fijo (el cráneo), dicho aumento de volumen cerebral afecta a su funcionamiento y posee otros dos efectos importantes.

- En primer lugar, el aumento de tamaño cerebral comprime los vasos craneales, lo que se traduce en un marcado aumento fisiológico de la presión arterial.
- En segundo lugar, el aumento de volumen cerebral puede ser difuso, y con el tiempo conducir a la compresión del cerebro y del tronco del encéfalo a través del agujero magno **(enclavamiento)**. Esta compresión y disrupción del tronco encefálico puede lesionar los centros de control de la función cardiorrespiratoria básica y tener un desenlace fatal. El edema cerebral focal puede producir la herniación de parte del cerebro bajo la hoz del cerebro **(herniación falcial)**.

Para impedir el aumento de volumen cerebral se pueden instaurar una serie de medidas sencillas, como son la hiperventilación (que altera el equilibrio ácido-base intracerebral y disminuye la hinchazón) y la administración intravenosa de corticoides (aunque a menudo son de acción retardada).

Los hematomas extracerebrales pueden ser eliminados quirúrgicamente. El pronóstico de los pacientes que han sufrido un traumatismo cerebral depende del manejo de las lesiones secundarias derivadas del mismo. Un paciente que haya sufrido una lesión primaria grave puede recuperarse y llevar una vida normal.

NERVIOS CRANEALES

Los 12 pares de nervios craneales pertenecen al sistema nervioso periférico (SNP) y abandonan el cráneo a través de orificios o fisuras de la cavidad craneal. Todos los nervios, excepto el nervio accesorio [XI], se originan en el encéfalo.

Además de contar con unos componentes somáticos y viscerales parecidos a los de los nervios espinales, algunos nervios craneales también poseen componentes motores y sensoriales especiales (v. tablas 8.4 y 8.5).

Los componentes sensoriales especiales se asocian con la audición, la visión, el olfato, el equilibrio y el gusto.

Los componentes motores especiales incluyen la inervación de los músculos embrionarios derivados de los arcos faríngeos.

En embriología humana, se describen seis arcos faríngeos, pero el quinto arco faríngeo nunca se desarrolla. Cada uno de

Tabla 8.4 Componentes funcionales de los nervios craneales

Componente funcional	Abreviatura	Función general	Nervios craneales que contienen componentes
Aferencia somática general	ASG	Percepción del tacto, del dolo y de la temperatura	Nervio trigémino [V]; nervio facial [VII]; nervio glosofaríngeo [IX]; nervio vago [X]
Aferencia visceral general	AVG	Aferencias viscerales	Nervio glosofaríngeo [IX]; nervio vago [X]
Aferencia especial*	AE	Olfato, gusto, visión, audición y equilibrio	Nervio olfatorio [I]; Nervio óptico [II]; nervio facial [VII]; nervio vestibulococlear [VIII]; nervio glosofaríngeo [IX]; nervio vago [X]
Eferencia somática general	ASG	Inervación motora de los músculos esqueléticos (voluntarios)	Nervio oculomotor [III]; nervio troclear [IV]; nervio abducens [VI]; nervio hipogloso [XII]
Eferencia visceral general	EVG	Inervación motora de los músculos lisos, el músculo cardíaco y las glándulas	Nervio oculomotor [III]; nervio facial [VII]; nervio glosofaríngeo [IX]; nervio vago [X]
Eferencia branquial**	EB	Inervación motora de los músculos esqueléticos derivados del mesodermo del arco faríngeo	Nervio trigémino [V]; nervio facial [VII]; nervio glosofaríngeo [IX]; nervio vago [X]; nervio accesorio [XI]

Otra terminología empleada en la descripción de los componentes funcionales: *Sensibilidad especial o aferencia visceral especial (AVE)-del olfato, del gusto; aferencia somática especial (ASE)-de la vista, del oído, del equilibrio.
**Eferencia visceral especial (EVE) o motora branquial.

Tabla 8.5 Nervios craneales (v. abreviaturas en la tabla 8.4)

	Componentes			
Nervio	**Aferencias**	**Eferencias**	**Salida del cráneo**	**Función**
Nervio olfatorio[I]	AE		Lámina cribosa del hueso del cráneo	Olfato
Nervio óptico [II]	AE		Conducto óptico	Visión
Nervio oculomotor [III]		ESG, EVG	Fisura orbitaria superior	ESG: inervación de los músculos elevador del párpado superior, recto superior, recto inferior, recto medial y oblicuo inferior EVG: inervación del esfínter de la pupila para producir la constricción pupilar y del músculo ciliar para la acomodación del cristalino, para la visión cercana
Nervio troclear [IV]		ESG	Fisura orbitaria superior	Inervación del músculo oblicuo superior
Nervio trigémino [V]	ASG	EB	Fisura orbitaria superior: rama oftálmica [V_1] Agujero redondo: rama maxilar [V_2] Agujero oval: rama mandibular [V_3]	ASG: aferencia sensitiva de la rama oftálmica [V_1]; ojos, conjuntiva, contenidos orbitarios, cavidad nasal, seno frontal, seno etmoidal, párpado superior, dorso de la nariz, cuero cabelludo anterior; la rama maxilar [V_2]; duramadre de la fosa craneal media y anterior, nasofaringe, paladar, cavidad nasal, dientes superiores, seno maxilar, piel de la región lateral de la nariz, párpado inferior, mejilla, labio superior; la rama mandibular [V_3]; piel de la región inferior de la cara, mejilla, labio inferior, oreja, conducto auditivo externo, fosa temporal, dos tercios anteriores de la lengua, dientes inferiores, celdillas mastoideas, mucosa de la mejilla, mandíbula, duramadre de la fosa craneal media EB: inervación de los músculos temporal, masetero, pterigoideo lateral y medial, tensor del tímpano, tensor del velo del paladar, vientre anterior del digástrico y milohioideo

Continúa

Tabla 8.5 Componentes funcionales de los nervios craneales *(cont.)*

Nervio	Componentes: Aferencias	Eferencias	Salida del cráneo	Función
Nervio abducens [VI]		ESG	Fisura orbitaria superior	Inervación del músculo recto lateral
Nervio facial [VII]	ASG, AE	EVG, EB	Meato acústico interno	ASG: aferencia sensorial del conducto auditivo externo y de la piel posterior de la oreja AS: gusto de los dos tercios anteriores de la lengua EVG: inerva la glándula lagrimal, las glándulas salivales submandibular y sublingual, la mucosa de la cavidad nasal y el paladar óseo y el blando EB: inerva los músculos de la cara (músculos de la expresión facial) y el cuero cabelludo derivados del segundo arco faríngeo, y los músculos estapedio, vientre posterior del digástrico y estilohioideo
Nervio vestibulococlear [VIII]	AE		Meato acústico interno	Rama vestibular: equilibrio Rama coclear: oído
Nervio glosofaríngeo [IX]	AVG, AE	EVG, EB	Agujero yugular	AVG: aferencia sensitiva del seno y del cuerpo carotídeo, tercio posterior de la lengua, amígdalas palatinas, región superior de la faringe y mucosa del oído medio y de la trompa faringotimpánica AE: gusto del tercio posterior de la lengua EVG: inerva la glándula parótida EB: inerva el músculo estilofaríngeo
Nervio vago [X]	ASG, AVG, AE	EVG, EB	Agujero yugular	ASG: Aferencia sensitiva de la piel posterior de la oreja y del conducto auditivo externo y de la duramadre de la fosa craneal posterior AVG: aferencia sensitiva de los quimiorreceptores del cayado aórtico y de los barorreceptores del cayado aórtico, de la mucosa faríngea, laríngea, esofágica, bronquial, pulmonar, cardíaca, y de las vísceras abdominales del intestino anterior y medio AE: gusto de la epiglotis EVG: inerva la musculatura lisa y las glándulas de la faringe, laringe, vísceras torácicas y vísceras abdominales del intestino anterior y medio EB: inerva un músculo lingual (el palatogloso), los músculos del paladar blando (excepto el tensor del velo del paladar), la faringe (excepto el estilofaríngeo) y de la laringe
Nervio accesorio [XI]		EB	Agujero yugular	Inerva los músculos esternocleidomastoideo y trapecio
Nervio hipogloso [XII]		ESG	Conducto del hipogloso	Inerva los músculos hiogloso, geniogloso y estilogloso, y todos los músculos intrínsecos de la lengua

estos arcos faríngeos se desarrolla en asociación con un nervio craneal o con una de sus ramas. Los nervios craneales transportan fibras eferentes que inervan a la musculatura derivada del arco faríngeo correspondiente.

La inervación de la musculatura derivada de los cinco arcos faríngeos que se desarrollan es la siguiente:

- Primer arco, nervio trigémino [V_3].
- Segundo arco, nervio facial [VII].
- Tercer arco, nervio glosofaríngeo [IX].
- Cuarto arco, rama laríngea superior del nervio vago [X].
- Sexto arco, rama laríngea recurrente del nervio vago [X].

Nervio olfatorio [I]

El **nervio olfatorio [I]** transporta las fibras aferentes especiales (AE) encargadas del sentido del olfato. Sus neuronas sensoriales poseen:

- Terminaciones periféricas en la mucosa nasal, que actúan a modo de receptores.
- Terminaciones centrales que transmiten la información al cerebro.

Los receptores se encuentran en el techo y en las zonas superiores de la cavidad nasal y las terminaciones centrales, tras reunirse en fascículos pequeños, acceden al interior de la cavidad craneal a través de la lámina cribosa del hueso etmoides (fig. 8.48). Las sinapsis con las segundas neuronas tienen lugar en los bulbos olfatorios (fig. 8.49).

Nervio óptico [II]

El **nervio óptico [II]** vehiculiza fibras AE encargadas de la visión. Estas fibras transportan al cerebro la información desde los fotorreceptores en la retina. Los procesos neuronales abandonan los receptores retinianos, se reúnen en pequeños fascículos y son transportados por el nervio óptico hacia otros componentes del sistema visual en el cerebro. Los nervios ópticos acceden a la cavidad craneal a través de los conductos ópticos (fig. 8.48).

Nervio oculomotor [III]

El **nervio oculomotor [III]** transporta dos tipos de fibras:

- Fibras eferentes somáticas generales (ESG), que inervan a la mayor parte de los músculos extraoculares.
- Fibras eferentes viscerales generales (EVG), que son parte de la fracción parasimpática de la división autónoma del sistema nervioso periférico (SNP).

El nervio oculomotor [III] abandona la superficie anterior del tronco del encéfalo entre el mesencéfalo y la protuberancia (fig. 8.49). Alcanza el borde anterior de la tienda del cerebelo, continúa en dirección anterior por la pared lateral del seno cavernoso (figs. 8.48 y 8.49), y abandona la cavidad craneal a través de la fisura orbitaria superior.

En la órbita, las fibras ESG del nervio oculomotor inervan a los músculos elevador del párpado superior, recto superior, recto inferior, recto interno y oblicuo inferior.

Las fibras EVG son fibras parasimpáticas preganglionares que sinaptan en el ganglio ciliar antes de inervar al músculo esfínter de la pupila, responsable de la contracción pupilar, y al músculo ciliar, encargado de la acomodación del cristalino para la visión próxima.

Nervio troclear

El **nervio troclear [IV]** es el nervio craneal que transporta las fibras ESG que inervan en la órbita al músculo oblicuo superior, un músculo extraocular. Surge del mesencéfalo y es el

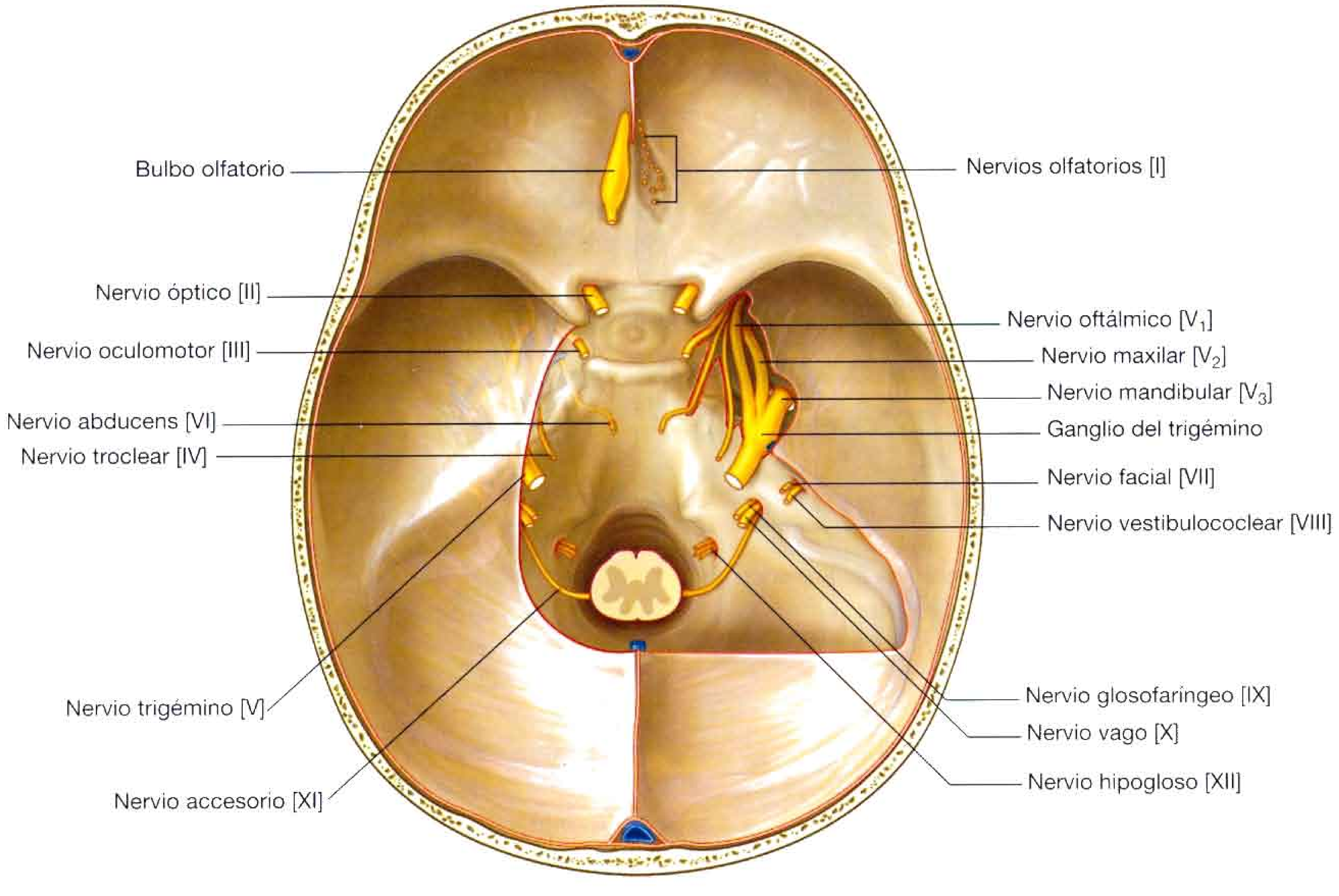


Fig. 8.48 Salida de la cavidad craneal de los nervios craneales.

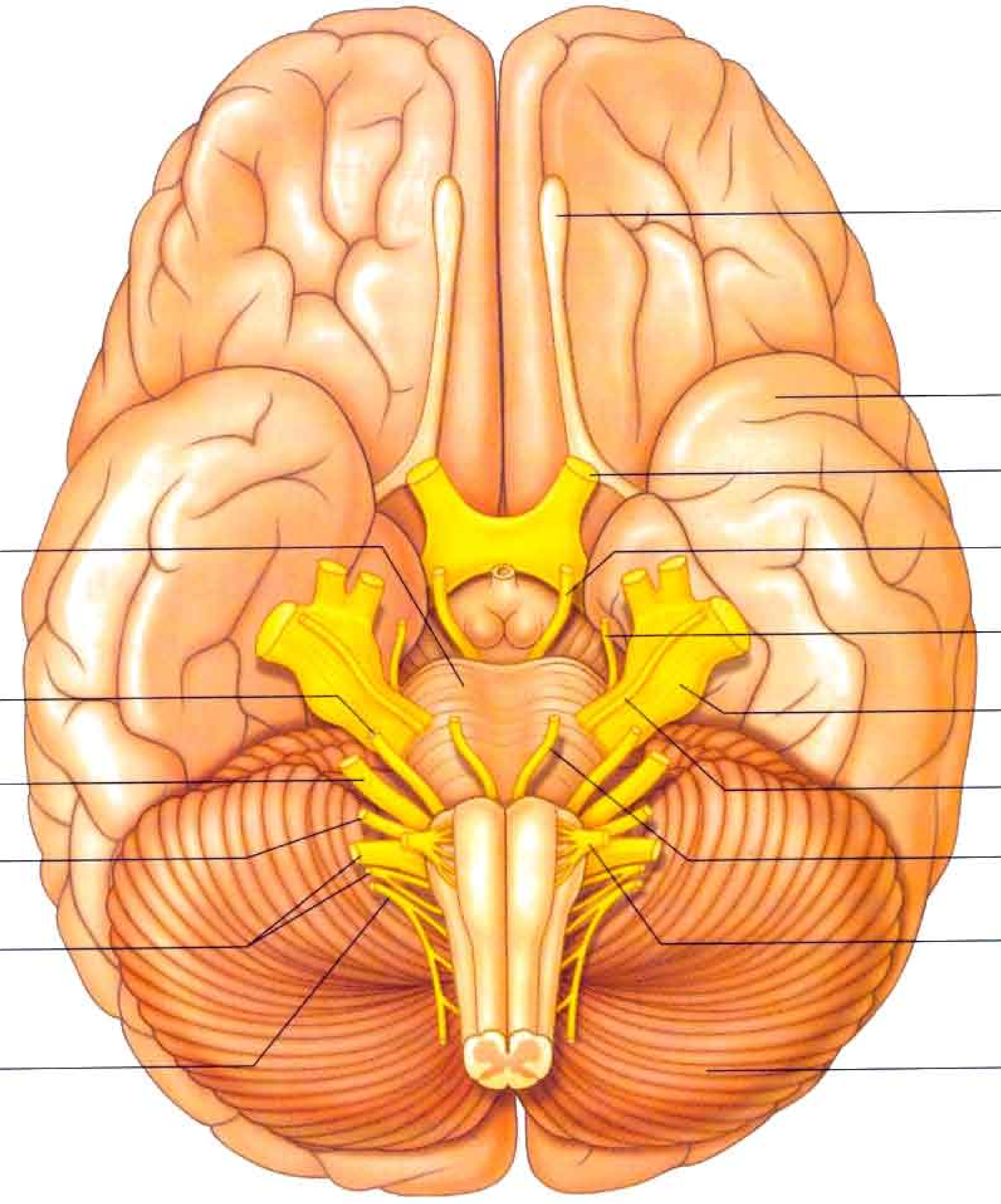


Fig. 8.49 Nervios craneales en la base del encéfalo.

único nervio craneal que abandona el tronco del encéfalo por su cara posterior (fig. 8.49). Tras incurvarse alrededor del mesencéfalo, penetra por la superficie inferior del borde libre de la tienda del cerebelo, continúa en dirección anterior por la pared lateral del seno cavernoso (figs. 8.48 y 8.49) y entra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior.

Nervio trigémino

El **nervio trigémino [V]** es el nervio sensitivo general más importante de la cabeza y también inerva a los músculos encargados del movimiento de la mandíbula. Transporta fibras aferentes somáticas generales (ASG) y fibras eferentes branquiales (EB):

- Las fibras ASG proporcionan las aferencias sensitivas de la cara, la mitad anterior del cuero cabelludo, las membranas mucosas de la cavidad oral, la cavidad nasal y los senos paranasales, parte de la membrana timpánica, el ojo, la conjuntiva y la duramadre de la fosa craneal anterior y media.
- Las fibras EB inervan a los músculos de la masticación, al músculo tensor del tímpano, al músculo tensor del velo del paladar, al milohioideo y al vientre anterior del digástrico.

El nervio trigémino emerge por la superficie anterolateral de la protuberancia, distinguiéndose una gran raíz sensitiva grande y una raíz motora, más pequeña (fig. 8.49). Estas raíces se dirigen hacia delante, abandonan la fosa craneal posterior y alcanzan la fosa craneal media tras pasar por encima del extremo medial de la porción petrosa del hueso temporal (fig. 8.48).

En la fosa craneal media, la raíz sensitiva se expande y forma el **ganglio del trigémino** (fig. 8.48), que alberga los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas del nervio trigémino y es comparable a un ganglio espinal. El ganglio se ubica en una depresión (la depresión del trigémino) localizada sobre la superficie anterior de la porción petrosa del hueso temporal, en una cavidad dural (la **cavidad trigeminal**). Llegado a este punto, la raíz motora es inferior a la raíz sensitiva, encontrándose ambas raíces totalmente separadas.

Las tres divisiones terminales del nervio trigémino emergen del borde anterior del ganglio del trigémino. En sentido descendente, distinguimos:

- El **nervio oftálmico (división oftálmica [V_1]).**
- El **nervio maxilar (división maxilar [V_2]).**
- El **nervio mandibular (división mandibular [V_3]).**

Nervio oftálmico [V_1]

El nervio oftálmico [V_1] se dirige en dirección anterior en la duramadre de la pared lateral del seno cavernoso (v. fig. 8.44), abandona la cavidad craneal y alcanza la órbita a través de la fisura orbitaria superior.

El nervio oftálmico [V_1] transporta las ramas sensitivas de los globos oculares, la conjuntiva y el contenido orbitario, incluida la glándula lagrimal. También recibe ramas sensitivas de la cavidad nasal, el seno frontal, el seno etmoidal, el párpado superior, el dorso de la nariz y la zona anterior del cuero cabelludo.

Nervio maxilar [V_2]

El nervio maxilar [V_2] se dirige hacia delante en la duramadre de la pared lateral del seno cavernoso, justo por debajo del nervio oftálmico [V_1] (v. fig. 8.44), abandona la cavidad craneal por el agujero redondo y penetra en la fosa pterigopalatina.

El nervio maxilar [V_2] recibe ramas sensitivas de la duramadre de la fosa craneal media y anterior, la nasofaringe, el paladar, la cavidad nasal, los dientes de la mandíbula superior, el seno maxilar, la piel que cubre la región lateral de la nariz, el párpado inferior, la mejilla y el labio superior.

Nervio mandibular [V_3]

El nervio mandibular [V_3] sale del margen inferior del ganglio del trigémino y abandona el cráneo a través del agujero oval.

La raíz motora del nervio trigémino también discurre por el agujero oval y se une al componente sensitivo del nervio mandibular [V_3] fuera del cráneo. Por tanto, el nervio mandibular [V_3] es la única división del nervio trigémino que contiene un componente motor.

Ya una vez fuera del cráneo, las fibras motoras inervan a los músculos masticadores; entre los que se incluyen el músculo temporal, el masetero, el pterigoideo medial y el pterigoideo lateral; así como el músculo tensor del tímpano, el tensor del velo del paladar, el vientre anterior del digástrico y el milohioideo.

El nervio mandibular [V_3] también recibe ramas sensitivas de la piel de la región inferior de la cara, la mejilla, el labio inferior, el pabellón auricular, el meato acústico externo, la región temporal, los dos tercios anteriores de la lengua, los dientes de la mandíbula, las celdillas mastoideas, las membranas mucosas de la mejilla, la mandíbula y la duramadre de la fosa craneal media.

Nervio abducens [VI]

El **nervio abducens [VI]** transporta fibras ESG que inervan al músculo recto lateral en la órbita. Surge del tronco del encéfalo, entre la protuberancia y el bulbo raquídeo, y se dirige en dirección anterior, atravesando la duramadre que cubre el clivus (figs. 8.48 y 8.49). Continúa en dirección superior en el interior de un conducto dural, discurre por el borde superior de la porción petrosa del hueso temporal, entra en el seno cavernoso (fig. 8.44) y lo cruza en una disposición inferolateral con respecto a la arteria carótida interna. Por último, alcanza la órbita a través de la fisura orbitaria superior.

Nervio facial [VII]

El **nervio facial [VII]** transporta fibras EB, EVG, AE y ASG:

- Las fibras ASG vehiculizan aferencias sensitivas del meato acústico externo y de una pequeña región cutánea posterior a la oreja.
- Las fibras AE se encargan del gusto de los dos tercios anteriores de la lengua.
- Las fibras EVG son parte de la fracción parasimpática de la división autónoma del SNP y estimula la actividad secretora de la glándula lagrimal, las glándulas salivales submandibular y sublingual y de las membranas mucosas de la cavidad nasal, el paladar duro y el paladar blando.
- Las fibras EB inervan a los músculos de la cara (músculos de la expresión facial) y del cuero cabelludo derivados del segundo arco faríngeo, el músculo estapedio, el vientre posterior del digástrico y el estilohioideo.

El nervio facial [VII] emerge por la superficie lateral del tronco encefálico, entre la protuberancia y el bulbo raquídeo (fig. 8.49). Se compone de una raíz motora de gran tamaño, y una raíz sensitiva más pequeña (el **nervio intermedio**):

- El nervio intermedio contiene las fibras AE encargadas del gusto, las fibras EVG parasimpáticas y las fibras ASG.
- La raíz motora transporta las fibras EB.

Las raíces sensitiva y motora cruzan la fosa craneal posterior y abandonan la cavidad craneal a través del conducto auditivo interno (fig. 8.48). Tras entrar en el conducto del nervio facial, en la porción petrosa del hueso temporal, las dos raíces se fusionan, dando lugar al nervio facial [VII]. Próximo a este punto, el nervio aumenta de tamaño y forma el **ganglio geniculado,** similar a un ganglio espinal, que contiene los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas.

En el ganglio geniculado, el nervio facial [VII] cambia de dirección y emite al **nervio petroso mayor,** que transporta fibras parasimpáticas preganglionares (EVG) (tabla 8.6).

El nervio facial [VII] continúa a lo largo del conducto óseo, emitiendo el **nervio estapedio** y el **nervio cuerda del tímpano**, antes de abandonar el cráneo a través del agujero estilomastoideo.

La cuerda del tímpano transporta las fibras (AE) encargadas del gusto de los dos tercios anteriores de la lengua así como las fibras parasimpáticas preganglionares (EVG) destinadas al ganglio submandibular (tabla 8.6).

Nervio vestibulococlear [VIII]

El nervio vestibulococlear [VIII] transporta las fibras AE relacionadas con la audición y el equilibrio. Se compone de dos partes:

- Un componente vestibular, relacionado con el equilibrio.
- Un componente coclear, encargado de la audición.

El nervio vestibulococlear [VIII] emerge por la superficie lateral del tronco encefálico, entre la protuberancia y el bulbo raquídeo, discurre por el conducto auditivo interno y cruza la fosa craneal posterior (figs. 8.48 y 8.49), donde las dos divisiones se fusionan dando lugar a un solo nervio, dentro de la porción petrosa del hueso temporal.

Nervio glosofaríngeo [IX]

El nervio glosofaríngeo transporta fibras EB, EVG, AE y AVG:

- Las fibras AVG vehiculizan las aferencias sensitivas del cuerpo y el seno carotídeo, el tercio posterior de la lengua, las amígdalas palatinas, la faringe superior y la mucosa del oído medio y de la trompa faringotimpánica.
- Las fibras AE son las encargadas del gusto del tercio posterior de la lengua.
- Las fibras EVG pertenecen a la fracción parasimpática de la división autónoma del SNP y estimulan la actividad secretora de la glándula parótida.
- Las fibras EB inervan a los músculos derivados del tercer arco faríngeo (el músculo estilofaríngeo).

El nervio glosofaríngeo [IX] emerge de varias raíces de pequeño tamaño de la superficie anterolateral de la región superior del bulbo raquídeo (fig. 8.49). Las raicillas cruzan la fosa craneal posterior y se introducen en el agujero yugular (fig. 8.48). Dentro del agujero yugular, y antes de salir del mismo, las pequeñas raíces se fusionan para dar lugar al nervio glosofaríngeo.

En el interior del agujero yugular o inmediatamente tras su salida, se encuentran dos ganglios (el **ganglio superior** y el **ganglio inferior**), que albergan los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas del nervio glosofaríngeo [IX].

Nervio timpánico

El nervio glosofaríngeo [IX] emite el **nervio timpánico** en el interior del agujero yugular o inmediatamente a su salida. Esta rama vuelve a entrar en el hueso temporal, se dirige a la cavidad del oído medio y contribuye a la formación del **plexo timpánico**. En el interior de la cavidad del oído medio proporciona la inervación sensitiva a la mucosa de dicha cavidad, a la trompa faringotimpánica y a las celdillas mastoideas.

El nervio timpánico también posee fibras EVG que abandonan el plexo timpánico en el **nervio petroso menor**, un pequeño nervio que sale del hueso temporal, entra en la fosa craneal media y desciende a través del agujero oval hasta abandonar la cavidad craneal, portando fibras parasimpáticas preganglionares hasta el ganglio ótico (tabla 8.6).

Nervio vago [X]

El nervio vago [X] se compone de fibras ASG, AVG, AE, EVG y EB:

- Las fibras ASG transportan las aferencias sensitivas de la piel posterior a la oreja, el conducto auditivo externo y la duramadre de la fosa craneal posterior.

Tabla 8.6 Ganglios parasimpáticos de la cabeza

Ganglio	Aferencias	Nervio craneal origen de las fibras preganglionares	Función
Ciliar	Nervio oculomotor [III]	Nervio oculomotor [III]	Inervación del músculo constrictor de la pupila productor de la constricción pupilar y del músculo ciliar para la acomodación del cristalino a la visión cercana
Pterigopalatino	Nervio petroso mayor	Nervio facial [VII]	Inervación de la glándula lagrimal y de las glándulas mucosas de la cavidad nasal, del seno maxilar y paladar
Ótico	Nervio petroso menor	Nervio glosofaríngeo [IX]	Inervación de la glándula parótida
Submandibular	Cuerda del tímpano, nervio lingual ganglio submandibular	Nervio facial [VII]	Inervación de las glándulas submandibular y sublingual

- Las fibras AVG transportan las aferencias sensitivas de los quimiorreceptores del cuerpo aórtico, los barorreceptores del cayado aórtico, de las membranas mucosas de la faringe, la laringe, el esófago, los bronquios, los pulmones, el corazón y las vísceras abdominales del intestino anterior y del intestino medio.
- Las fibras AE se encargan del gusto de la región de la epiglotis.
- Las fibras EVG son una parte de la fracción parasimpática de la división autónoma del SNP y estimulan al músculo liso y a las glándulas de la laringe, la faringe, las vísceras torácicas y las vísceras abdominales del intestino anterior y del intestino medio.
- Las fibras EB inervan a un músculo de la lengua (el palatogloso), a los músculos del paladar blando (excepto al tensor del velo del paladar), la faringe (menos al estilofaríngeo) y la laringe.

El nervio vago emerge por medio de varias raíces de pequeño tamaño sobre la superficie anterolateral del bulbo raquídeo, inmediatamente inferior a las raíces que forman el nervio glosofaríngeo [IX] (fig. 8.49). Las raíces cruzan la fosa craneal posterior hasta penetrar por el agujero yugular (fig. 8.48). En el interior del agujero, y antes de salir del mismo, las raíces se fusionan, dando lugar al nervio vago [X]. En el interior del agujero yugular, o inmediatamente por fuera del mismo, se encuentran dos ganglios, el **ganglio superior** y el **ganglio inferior**, que poseen los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas del nervio vago [X].

Nervio accesorio [XI]

El nervio accesorio [XI] es un nervio craneal que transporta las fibras EB que proporcionan la inervación a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Es un nervio craneal singular, ya que sus raíces se originan en las neuronas motoras de los cinco primeros segmentos de la médula espinal cervical. Estas fibras abandonan la superficie lateral de la médula espinal, y a medida que ascienden se van fusionando. Penetra en la cavidad craneal a través del agujero magno (fig. 8.49), continúa por la fosa craneal posterior y abandona el cráneo a través del agujero yugular (fig. 8.48) para descender por el cuello e inervar a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio por sus superficies internas.

Raíz craneal del nervio accesorio

Algunas descripciones del nervio accesorio [XI] incluyen en el mismo una raíz «craneal». Se trata de unas pocas raíces de pequeño tamaño que se originan en la superficie anterolateral de la porción caudal del bulbo raquídeo, inmediatamente inferiores a las raíces que originan el nervio vago [X] (fig. 8.49). Tras abandonar el bulbo raquídeo, las raíces «craneales» se introducen junto con las raíces «espinales» del nervio accesorio [XI] en el agujero yugular, donde las raíces «craneales» se unen al nervio vago [X]. Transportadas por el nervio vago, estas raíces se distribuyen por la musculatura faríngea inervada por el nervio vago [X], por lo que suelen describirse como pertenecientes a dicho nervio.

Nervio hipogloso [XII]

El nervio hipogloso [XII] transporta las fibras ESG que inervan a todos los músculos intrínsecos y a la mayor parte de los músculos extrínsecos de la lengua. Se origina a modo de varias raíces de pequeño tamaño en la superficie anterior del bulbo raquídeo para dirigirse en dirección lateral a través de la fosa craneal posterior y abandonar el cráneo por el conducto del hipogloso (figs. 8.48 y 8.49). El nervio hipogloso inerva a toda la musculatura intrínseca de la lengua y al músculo hiogloso, al estilogloso y al geniogloso.

CARA

El encuentro cara a cara es una importante forma de contacto inicial entre los seres humanos. Parte de este intercambio incluye el uso de expresiones faciales para transmitir emociones. De hecho, un médico puede obtener información valiosa acerca del estado de salud del paciente mediante la simple inspección de su rostro.

Por tanto, el conocimiento de la organización especial de las diferentes estructuras existentes en la cara: es decir, el área definida como la cara y limitada por los arcos superciliares superiormente, el borde inferior de la mandíbula inferiormente y los pabellones auriculares a cada lado posteriormente, resulta de gran utilidad en la práctica médica.

Músculos

Los músculos faciales (fig. 8.50) se desarrollan a partir del segundo arco faríngeo y están inervados por ramas del nervio facial [VII]. Se sitúan en la fascia superficial. Pueden originarse tanto en los huesos faciales como en las fascias y se insertan en la piel.

Como la contracción de estos músculos es la responsable de las expresiones de la cara, a veces se les conoce como «músculos de la expresión facial». También actúan como esfínteres y dilatadores de los orificios faciales (es decir, las órbitas, la nariz y la boca). El modelo lógico de estudio de estos músculos (tabla 8.7) es acorde a su disposición en grupos funcionales.

Grupo orbitario

El grupo orbitario de músculos faciales se compone de dos músculos: el orbicular del ojo y el corrugador de la ceja.

Conceptos prácticos

Lesiones de los nervios craneales

Nervio craneal	Hallazgos clínicos	Ejemplo de lesión
Nervio olfatorio [I]	Pérdida de olfato (anosmia)	Lesión de la lámina cribosa; ausencia congénita
Nervio óptico [II]	Ceguera/alteraciones del campo visual, pérdida de la constricción pupilar	Traumatismo orbitario directo, interrupción de la vía visual
Nervio oculomotor [III]	Pupila dilatada, ptosis, pérdida de los reflejos pupilar normales, el ojo sólo se mueve inferior y lateralmente (abajo y fuera)	Presión de un aneurisma de las arterias comunicante posterior, cerebral posterior o cerebelosa superior, presión debida a la herniación del uncus cerebral (signo localizador falso): masa o trombosis del seno cavernoso
Nervio troclear [IV]	Incapacidad de mirar inferiormente cuando el ojo está en abdución (abajo y adentro)	A lo largo del curso del nervio alrededor del tronco del encéfalo: fractura orbitaria
Nervio trigémino [V]	Pérdida de la sensibilidad y del dolor en la región de la cara inervada por las tres ramas del nervio; pérdida de la función motora de los músculos masticadores del lado de la lesión	Típicamente en la región del ganglio del trigémino, aunque las masas locales alrededor de los agujeros por los que emergen las tres ramas pueden producir síntomas
Nervio abducens [VI]	Incapacidad de mover el ojo lateralmente	Lesión cerebral o lesión del seno cavernoso con extensión orbitaria
Nervio facial [VII]	Parálisis de los músculos faciales por debajo del ojo: parálisis de los músculos faciales	Daño de sus ramas en el interior de la glándula parótida
	Sentido del gusto alterado en los dos tercios anteriores de la lengua, sequedad conjuntiva	Lesión del hueso temporal: inflamación del nervio de origen viral
	Paralisis de los músculos faciales contralaterales por debajo del ojo	Lesión del tronco encefálico
Nervio vestibulococlear [VIII]	Pérdida auditiva unilateral, progresiva y tinnitus (ruidos en los oídos)	Tumor del ángulo pontinocerebeloso
Nervio glosofaríngeo [IX]	Pérdida del sentido del gusto en el tercio posterior de la lengua y de la sensibilidad del paladar blando	Lesión del tronco del encéfalo, lesión penetrante del cuello
Nervio vago [X]	Desviación del paladar blando con desviación de la úvula hacia el lado sano, parálisis de la cuerda vocal	Lesión del tronco del encéfalo, lesión penetrante del cuello
Nervio accesorio [XI]	Parálisis de los músculos esternocleidomastoideo y trapecio	Lesión penetrante en el triángulo posterior del cuello
Nervio hipogloso [XII]	Atrofia ipsilateral de los músculos linguales y desviación lingual hacia el lado afecto; alteraciones del habla	Lesión penetrante del cuello y patología de la base del cráneo

Tabla 8.7 Músculos de la cara

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Grupo orbitario				
Orbicular del ojo —Porción palpebral	Ligamento palpebral medial	Rafe palpebral lateral	Nervio facial [VII]	Oclusión palpebral suave
—Porción orbitaria	Porción nasal del hueso frontal; apófisis frontal del maxilar; ligamento palpebral medial	Fibras de una elipse ininterrumpida alrededor de la órbita	Nervio facial [VII]	Ocusión palpebral forzada
Corrugador superciliar	Extremo medial del arco superciliar	Piel de la mitad medial de la ceja	Nervio facial [VII]	Desplazamiento inferomedial de las cejas
Grupo nasal				
Nasal —Porción transversa	Maxilar, lateral a la nariz	Aponeurosis del dorso de la nariz con fibras musculares contralaterales	Nervio facial [VII]	Comprime la abertura nasal
—Porción alar	Maxilar, sobre el incisivo lateral	Cartílago alar de la nariz	Nervio facial [VII]	Desplazamiento inferolateral del cartílado, abriendo las narinas
Procero	Hueso nasal y zona superior del cartílado nasal lateral	Piel de la región frontal inferior, entre las cejas	Nervio facial [VII]	Desplazamiento inferior del ángulo medial de la ceja originando pliegues transversales sobre el puente de la nariz
Depresor del tabique nasal	Maxilar, sobre el incisivo medial	Porción móvil del septo nasal	Nervio facial [VII]	Tracción nasal inferior
Grupo oral				
Depresor del ángulo de la boca	Línea oblicua mandibular por debajo del canino, premolar y primer molar	Piel del ángulo de la boca, en unión con el orbicular de la boca	Nervio facial [VII]	Desplazamiento de las comisuras bucales inferior y lateralmente
Depresor del labio inferior	Porción anterior de la línea oblicua mandibular	Línea media del labio inferior, se fusiona con el músculo contralateral	Nervio facial [VII]	Desplazamiento del labio inferior, inferior y lateralmente
Mentoniano	Mandíbula hasta los dientes incisivos	Piel del mentón	Nervio facial [VII]	Elevación y protusión del labio inferior, formación de pliegues en la piel del mentón
Risorio	Fascia del músculo masetero	Piel del ángulo de la boca	Nervio facial [VII]	Retracción del ángulo de la boca
Cigomático mayor	Porción posterior de la superficie lateral del hueso cigomático	Piel del ángulo de la boca	Nervio facial [VII]	Desplazamiento superolateral del ángulo de la boca
Cigomático menor	Porción anterior de la superficie lateral del hueso cigomático	Labio superior, medial a la comisura bucal	Nervio facial [VII]	Desplazamiento superior del labio superior

Continúa

Tabla 8.7 Músculos de la cara *(cont.)*

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Grupo oral *(cont.)*				
Elevador del labio superior	Borde infraorbitario del maxilar	Piel de la mitad lateral superior del labio superior	Nervio facial [VII]	Elevación del labio superior; contribuye a la formación del surco nasolabial
Elevador del ala de la nariz y del labio superior	Apófisis frontal del maxilar	Cartílago alar de la nariz y labio superior	Nervio facial [VII]	Elevación del labio superior y apertura de las narinas
Elevador del ángulo de la boca	Maxilar por debajo del agujero infraorbitario	Piel del ángulo de la boca	Nervio facial [VII]	Elevación del ángulo de la boca: contribuye a la formación del surco nasolabial
Orbicular de la boca	A partir de músculos locales; maxilar y mandíbula en la línea media	Forma una elipse alrededor de la boca	Nervio facial [VII]	Oclusión labial; protusión labial
Buccinador	Porciones posteriores del maxilar y de la mandíbula; rafe pterigomandibular	Se fusiona con el orbicular de la boca y los labios	Nervio facial [VII]	Presiona las mejillas contra los dientes; comprime las mejillas distendidas
Otros músculos o grupos				
Auricular anterior	Región anterior de la fascia temporal	En la hélix de la oreja	Nervio facial [VII]	Tracción de las orejas hacia arriba y delante
Auricular superior	Aponeurosis epicraneal, a cada lado de la cabeza	Parte superior de la oreja	Nervio facial [VII]	Elevación de las orejas
Auricular posterior	Apófisis mastoides del hueso temporal	Convexidad de la concha de la oreja	Nervio facial [VII]	Tracción de las orejas hacia arriba y atrás
Occipitofrontal				
—Vientre frontal	Piel de las cejas	Aponeurosis epicraneal	Nervio facial [VII]	Formación de pliegues frontales: elevación de las cejas
—Vientre occipital	Porción lateral de la línea nucal superior del hueso occipital y apófisis mastoides del hueso temporal	Aponeurosis epicraneal	Nervio facial [VII]	Tracción posterior del cuero cabelludo

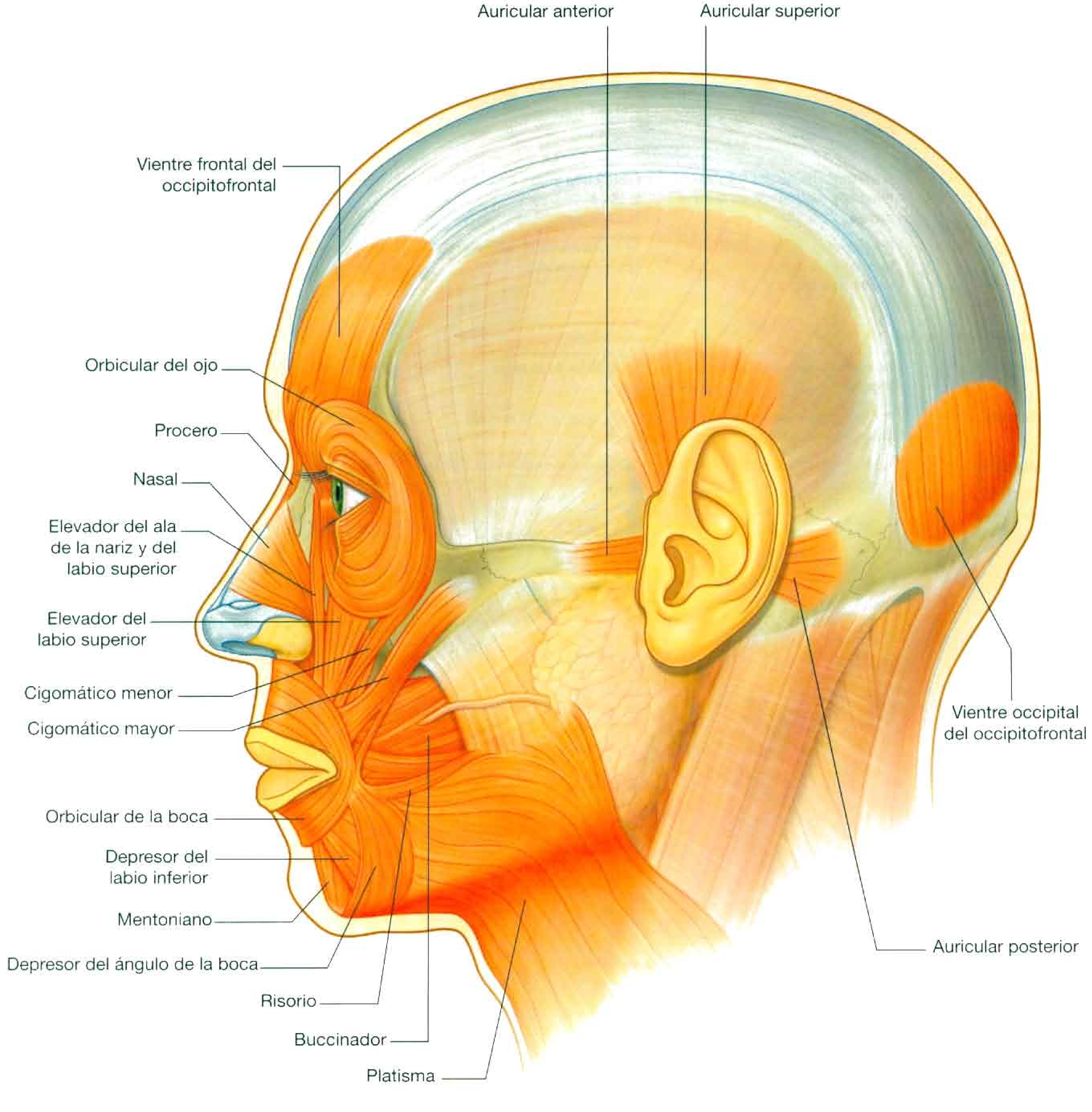


Fig. 8.50 Músculos faciales.

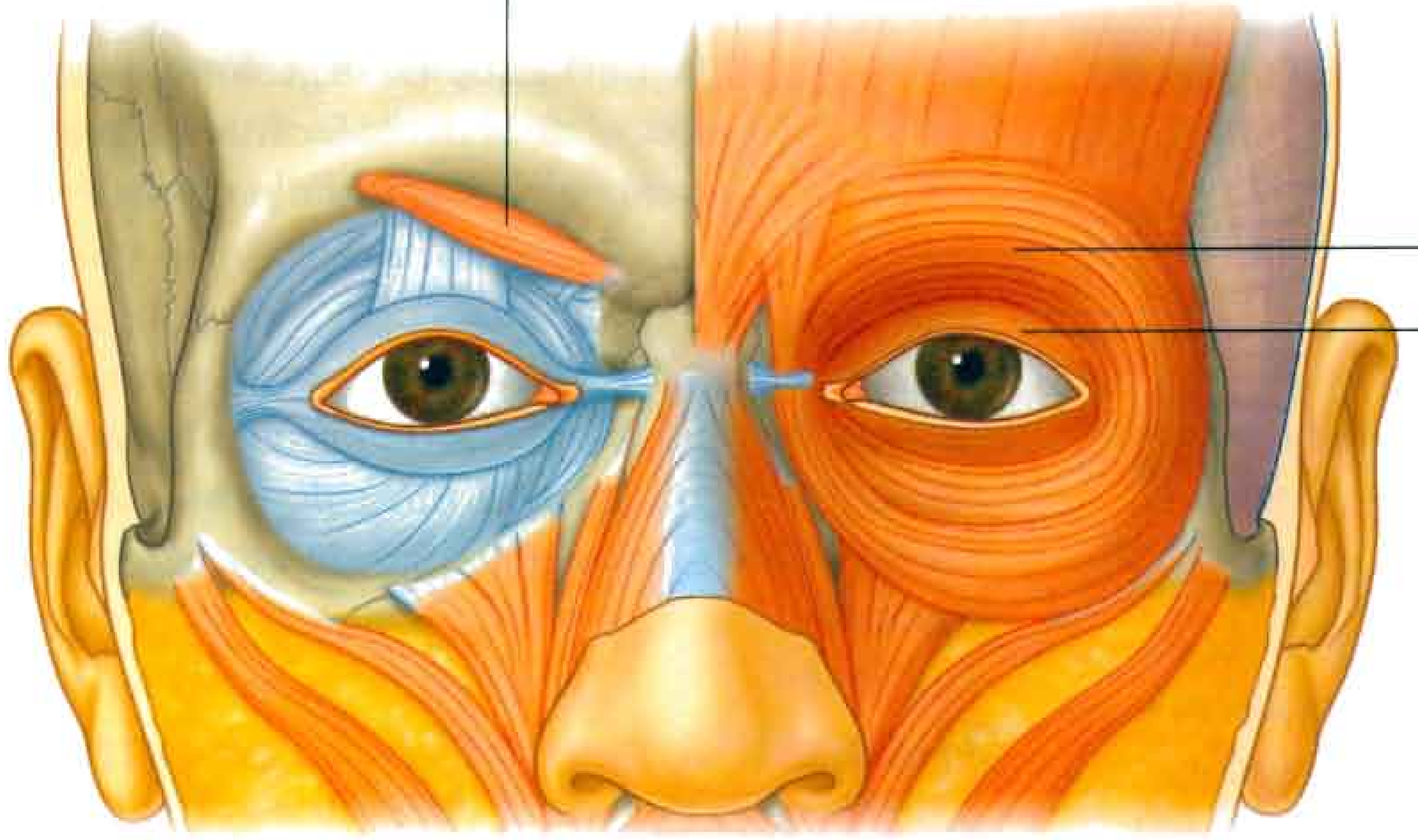


Fig. 8.51 Músculos faciales. Grupo orbitario.

Músculo orbicular del ojo

El músculo **orbicular del ojo** es un músculo grande que rodea por completo a cada órbita y se extiende por cada uno de los párpados (fig. 8.51). Este músculo cierra los párpados. Se compone de dos partes principales:

- La **porción orbitaria**, externa. Se trata de fibras musculares que rodean en círculo a cada órbita y se extienden por fuera del reborde orbitario.
- La **porción palpebral**, interna. Estas fibras musculares se localizan en los párpados y se originan en el canto interno del ojo y se arquean a lo largo de cada párpado hasta insertarse en la región externa.

Las porciones orbitaria y palpebral desempeñan funciones diferentes durante el cierre de los párpados. La porción palpebral produce una oclusión suave, mientras que la porción orbitaria es la responsable del cierre forzado de los párpados y da lugar a la formación de pliegues en la frente.

El músculo orbicular del ojo posee un pequeño fascículo adicional, la porción lagrimal, de situación más profunda y localización medial, que se inserta en el hueso posterior al saco lagrimal del aparato lagrimal.

Músculo corrugador de la ceja

El **músculo corrugador de la ceja**, el segundo músculo del grupo orbitario, es mucho más pequeño que el anterior (fig. 8.51). Se encuentra profundo a la ceja, por debajo del músculo orbicular de los párpados y participa cuando se frunce el entrecejo. Se origina en el extremo medial del arco superciliar y se dirige hacia arriba y fuera para insertarse en la piel de la mitad medial de la ceja. Tracciona de la ceja hacia la línea media, originando pliegues verticales en la parte superior de la nariz.

Grupo nasal

El grupo nasal se compone de tres músculos: el nasal, el procero y el depresor del tabique (fig. 8.52).

Músculo nasal

El **músculo nasal** es el músculo de mayor tamaño y mejor desarrollado del grupo nasal. Participa en la apertura de las narinas (fig. 8.52). Se compone de una porción transversa (el

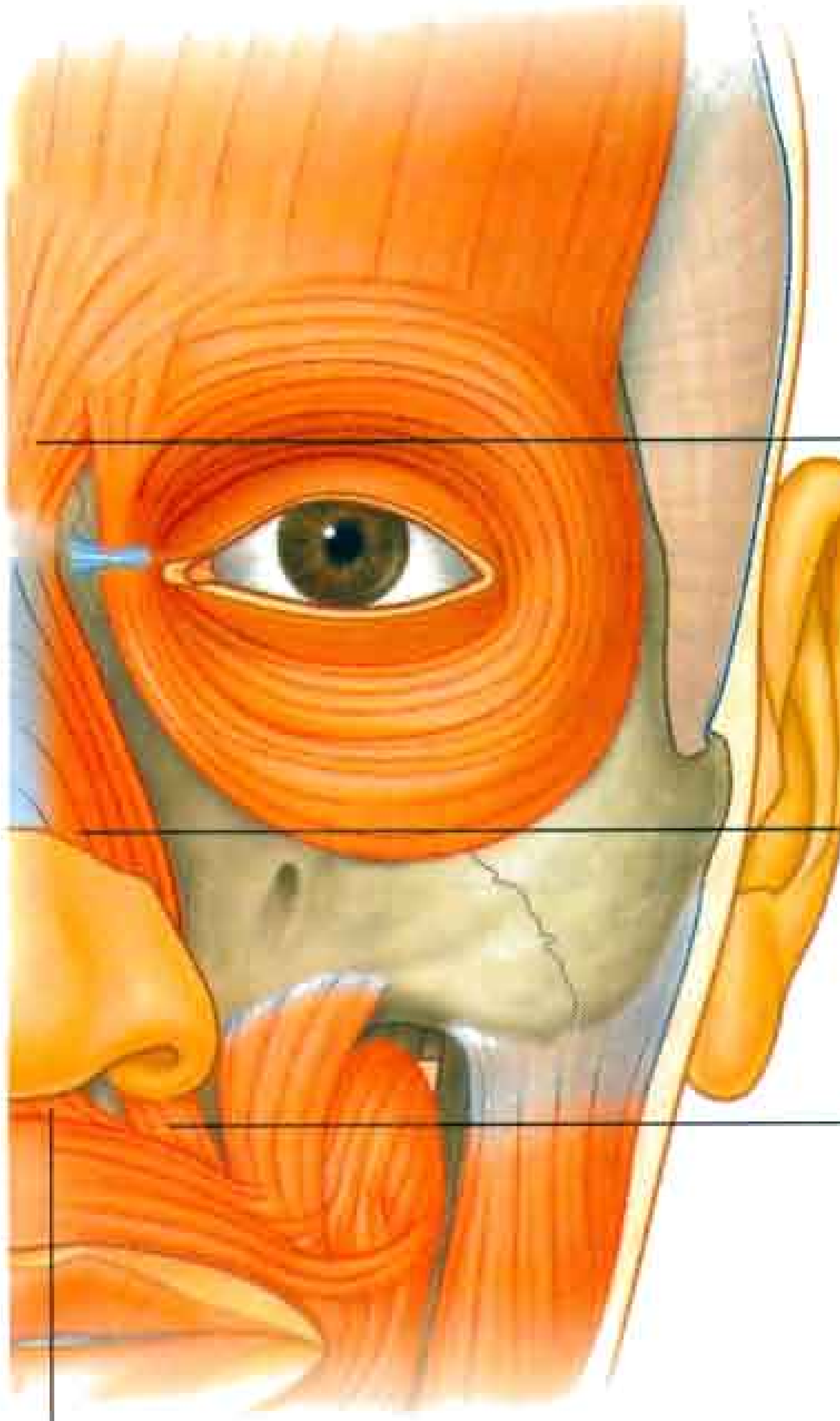


Fig. 8.52 Músculos faciales. Grupo nasal.

compresor de una narina) y una porción alar (el dilatador de la narina):

- La **porción transversa** del músculo nasal comprime la narina, se origina en el maxilar y tras dirigirse hacia arriba y medialmente, se inserta, junto con fibras del músculo nasal contralateral, en una aponeurosis sobre el dorso de la nariz.
- La **porción alar** del músculo nasal tracciona de los cartílagos del ala de la nariz hacia abajo y fuera, abriendo la narina, se origina en el hueso maxilar, por debajo y medial al origen de la porción transversa y se inserta en el cartílago alar.

Músculo procero

El músculo **procero** es un músculo pequeño, superficial al hueso nasal y cuya contracción contribuye a fruncir el entrecejo (fig. 8.52). Se origina en el hueso nasal y en la porción superior del cartílago nasal lateral y se inserta en la piel de la región frontal inferior, entre las cejas. Puede continuarse con el vientre frontal del músculo occipitofrontal del cuero cabelludo.

La contracción del músculo procero tracciona del borde medial de las cejas hacia abajo y da lugar a la formación de pliegues transversales sobre el puente de la nariz.

Músculo depresor del tabique

El último músculo del grupo nasal es el músculo **depresor del tabique** que también contribuye a la apertura de las narinas (fig. 8.52). Sus fibras se originan en el maxilar, por encima del diente incisivo central y ascienden para insertarse en la porción inferior del tabique nasal.

La contracción del músculo depresor del tabique produce una tracción inferior de la nariz, facilitando la apertura de las narinas a la porción alar del músculo nasal.

Grupo oral

Los músculos del grupo oral mueven los labios y la mejilla. En este grupo se incluyen el músculo orbicular de la boca, el buccinador y un grupo de músculos superiores e inferiores (fig. 8.50).

Músculo orbicular de la boca

El músculo **orbicular de la boca** es un músculo complejo compuesto por fibras que rodean la boca por completo (fig. 8.53). Su acción se pone de manifiesto cuando se «fruncen» los labios, como ocurre cuando se silba. Algunas de sus fibras se originan cerca de la línea media, en el maxilar superiormente y en la mandíbula inferiormente; mientras que otras fibras derivan del músculo buccinador en la mejilla y del resto de los numerosos músculos que actúan sobre los labios. Se inserta en la piel, en las membranas mucosas de los labios y sobre él mismo.

La contracción del orbicular de la boca estrecha la hendidura bucal y aproxima los labios.

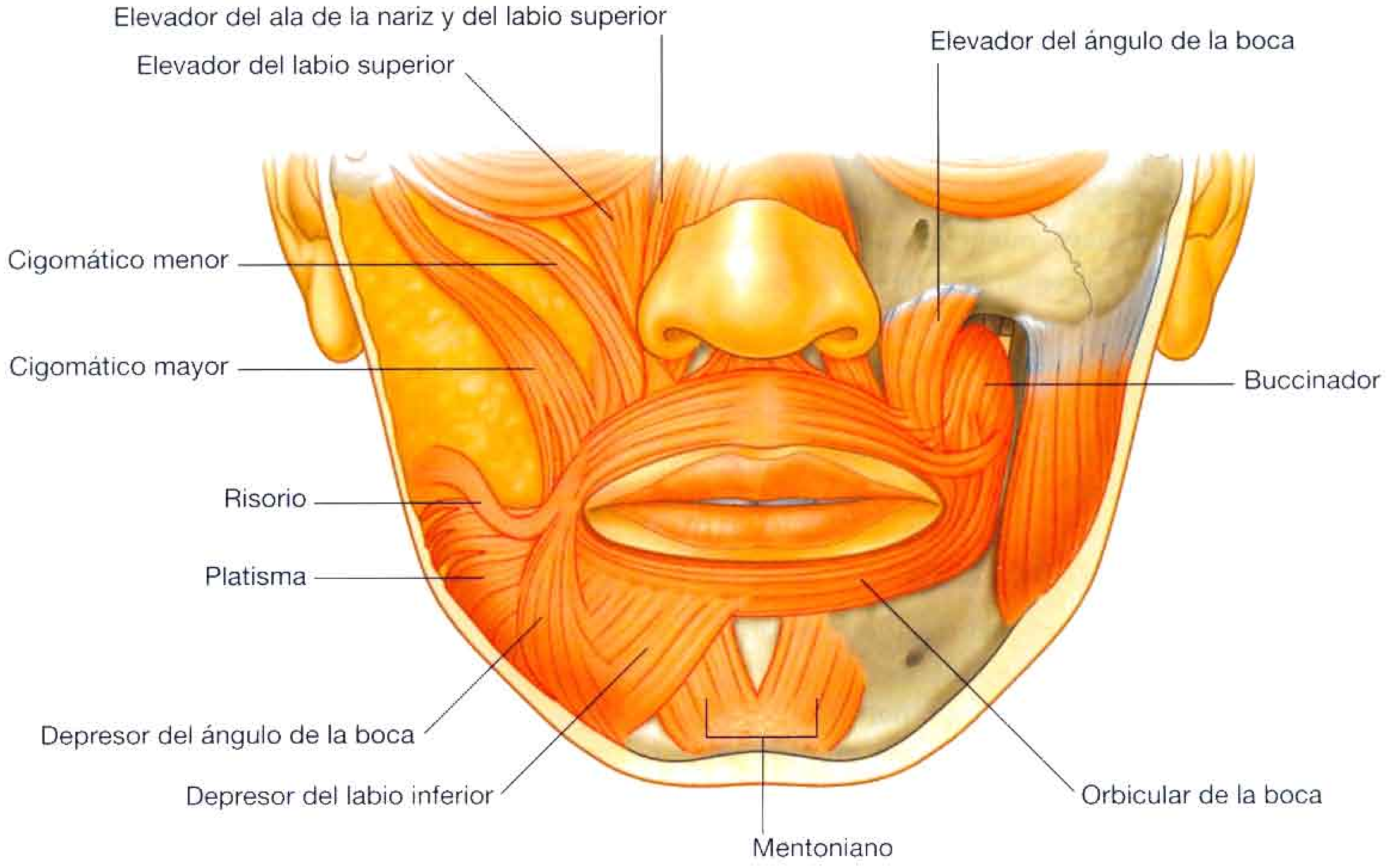


Fig. 8.53 Músculos faciales. Grupo oral.

Músculo buccinador

El músculo buccinador forma el componente muscular de la mejilla y se emplea siempre que se desea expulsar enérgicamente el aire de los carrillos (fig. 8.53 y 8.54). Se localiza en el espacio existente entre el maxilar y la mandíbula, profundo al resto de los músculos de esta región facial.

El músculo buccinador se origina de la porción posterior del maxilar y de la mandíbula, en la zona de los dientes molares, así como en el **rafe pterigomandibular**, que es una banda tendinosa que se extiende entre el gancho pterigoideo superiormente y la mandíbula inferiormente y que sirve de inserción al músculo buccinador y a los músculos constrictores superiores de la faringe.

Las fibras del músculo buccinador se dirigen hacia las comisuras bucales para insertarse en los labios, mezclándose con fibras del orbicular de la boca de un modo característico. Las fibras centrales del músculo buccinador se cruzan antes de insertarse, de modo que las fibras medias inferiores alcanzan al labio superior y las medias superiores al inferior (fig. 8.54). Las fibras más superiores e inferiores no se cruzan sino que se insertan en el labio superior e inferior, respectivamente.

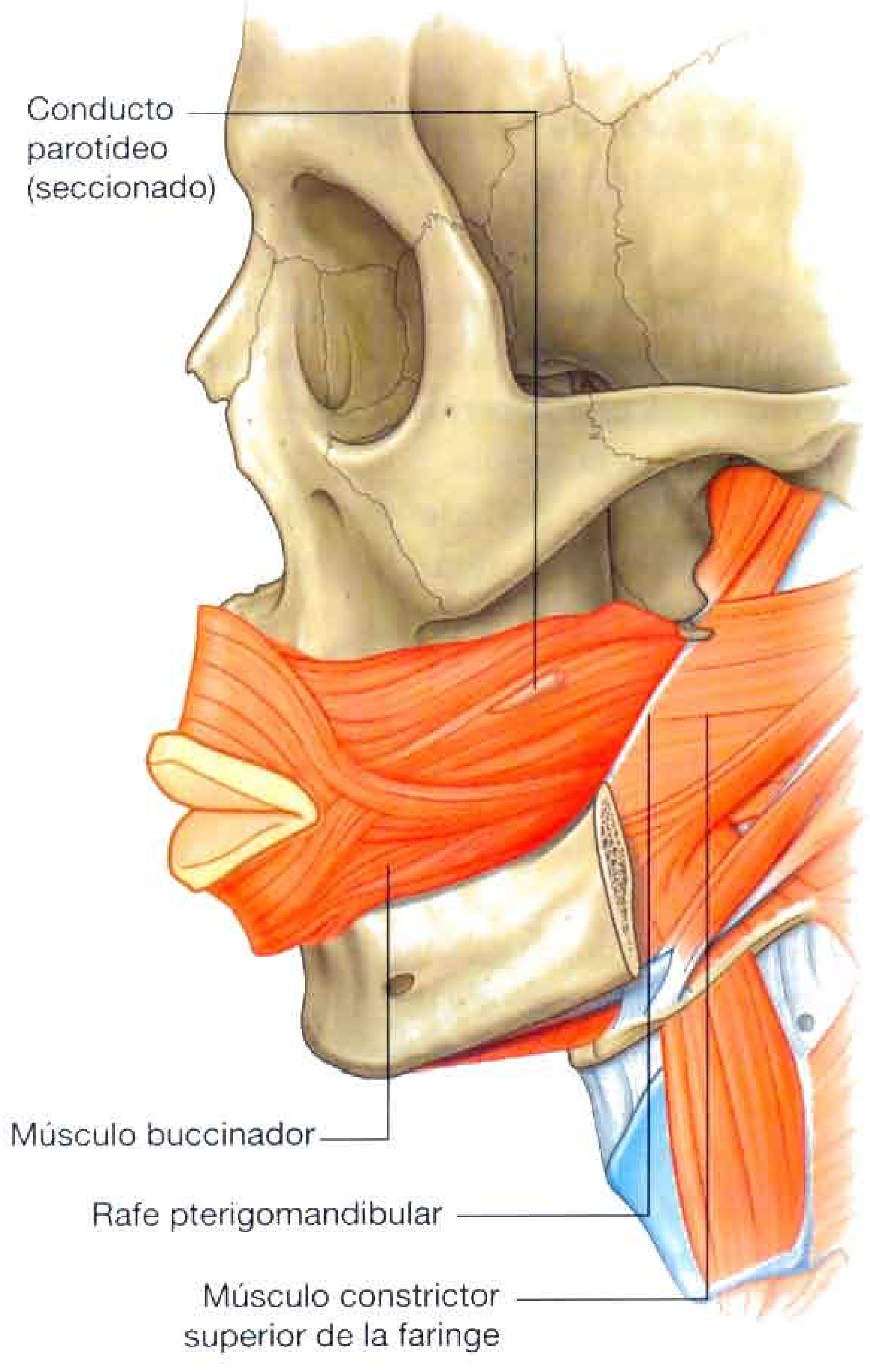


Fig. 8.54 Músculo buccinador.

La contracción del músculo buccinador presiona la mejilla contra los dientes, tensándola y ayudando a la masticación al impedir el acumulo de los alimentos entre los dientes y la mejilla. También contribuye a la expulsión enérgica del aire de los carrillos.

Grupo inferior de músculos orales

Los músculos del grupo inferior son el músculo depresor del ángulo de la boca, el músculo depresor del labio inferior y el músculo mentoniano (fig. 8.53).

- El músculo **depresor del ángulo de la boca** se contrae cuando se frunce el ceño. Se origina a lo largo de la cara externa de la mandíbula, por debajo de los dientes caninos, premolares y primer molar y se inserta en la piel y en la porción superior del orbicular de la boca, cerca de la comisura bucal, su contracción deprime la comisura bucal.
- El músculo **depresor del labio inferior** se origina en la parte anterior de la mandíbula, profundo al músculo depresor del ángulo de la boca. Sus fibras se dirigen superior y medialmente, algunas fusionándose con fibras de su homólogo contralateral y con fibras del músculo orbicular de la boca, antes de insertarse en el labio inferior; su contracción deprime el labio inferior y lo mueve lateralmente.
- El músculo **mentoniano** ayuda a mantener la posición del labio cuando se bebe de una taza o cuando se gesticula haciendo un mohín. Es el músculo más profundo de los del grupo inferior y se origina de la mandíbula inmediatamente inferior a los dientes incisivos. Sus fibras se dirigen hacia abajo y adentro y se insertan en la piel del mentón, eleva y propulsa el labio inferior y da lugar a la formación de pliegues en la piel del mentón.

Grupo superior de músculos orales

Al grupo superior de músculos orales pertenecen el músculo risorio, el cigomático mayor, el cigomático menor, el elevador del labio superior, el elevador del ala de la nariz y del labio superior y el elevador del ángulo de la boca (fig. 8.50).

- El músculo **risorio** participa en la producción de la risa franca (fig. 8.50). Es un músculo delgado y superficial, que se extiende lateralmente desde la comisura bucal siguiendo una dirección ligeramente superior. La contracción de sus fibras tracciona el ángulo de la boca lateralmente y hacia arriba.
- Los músculos **cigomático mayor** y **cigomático menor** contribuyen a la producción de la sonrisa, el músculo cigomático mayor es un músculo superficial que se origina profundo al músculo orbicular del ojo, a lo largo de la porción posterior de la superficie lateral del hueso cigomático. Se dirige hacia abajo y hacia delante.

mezclándose con el orbicular de la boca y se inserta en la piel del ángulo de la boca. El músculo cigomático menor se origina en el hueso cigomático, anterior al origen del músculo cigomático mayor. Discurre paralelo al cigomático mayor y se inserta en el labio superior, medial al ángulo de la boca, ambos músculos cigomáticos desplazan los ángulos de la boca lateralmente y hacia arriba.

- El músculo **elevador del labio superior** profundiza el surco existente entre la nariz y el ángulo de la boca durante la expresión de tristeza, se origina en el hueso maxilar, justo craneal al agujero infraorbitario, y sus fibras se dirigen en dirección inferior y medial, mezclándose con el músculo orbicular de la boca, hasta insertarse en la piel del labio superior.
- El músculo **elevador del ala de la nariz y del labio superior** es medial al músculo elevador del labio superior. Se origina en el hueso maxilar, cerca de la nariz, y se inserta en el cartílago alar de la nariz y en la piel del labio superior, puede contribuir al ensanchamiento de las narinas.
- El músculo **elevador del ángulo de la boca** posee una situación más profunda y se encuentra cubierto por los otros dos músculos elevadores y por los músculos cigomáticos. Se origina en el hueso maxilar, justo inferior al agujero infraorbitario y se inserta en la piel del ángulo de la boca; se encarga de elevar la comisura de la boca y puede contribuir a profundizar el surco existente entre la nariz y el ángulo de la boca durante la expresión de tristeza.

Fig. 8.55 Músculos auriculares.

Otros músculos o grupos musculares

Existen otros músculos o grupos musculares considerados como músculos de la expresión facial, también derivados del segundo arco faríngeo e inervados por el nervio facial [VII], que no se encuentran en el área definida como la cara. En este grupo se incluyen el músculo platisma, los auriculares y el occipitofrontal (fig. 8.50).

Músculo platisma

El músculo **platisma** es una lámina muscular delgada y extensa que se encuentra en la fascia superficial del cuello. Se origina por debajo de la clavícula, en la región torácica superior y asciende por el cuello hasta alcanzar la mandíbula. Las fibras más mediales se insertan en la mandíbula, mientras que las más laterales se unen a los músculos periorales.

La contracción del platisma tensa la piel.

Músculos auriculares

Los **músculos auriculares**, anterior, superior y posterior, son tres músculos que pertenecen al grupo denominado como «otros músculos de la expresión facial» y se encuentran relacionados con la oreja (fig. 8.55):

- El músculo auricular anterior es anterolateral y tracciona de la oreja hacia arriba y hacia delante.
- El músculo auricular superior es superior y su contracción eleva la oreja.
- El músculo auricular posterior es posterior y su contracción repliega la oreja y la eleva.

Estos músculos no suelen obedecer a un control voluntario.

Músculo occipitofrontal

El músculo **occipitofrontal** es el último músculo de esta categoría denominada como «otros músculos de la expresión facial» y se asocia al cuero cabelludo (fig. 8.50). Se compone de un vientre frontal anterior y un vientre occipital posterior, conectados mediante un tendón aponeurótico:

- El vientre frontal cubre la región de la frente y se inserta en la piel de las cejas.
- El vientre occipital se origina en la región craneal posterior y es menor que el vientre frontal.

La contracción del músculo occipitofrontal mueve el cuero cabelludo y produce pliegues en la frente.

Glándula parótida

La glándula parótida es la mayor de las tres glándulas salivales principales de la cabeza y a su través discurren numerosas estructuras. Se sitúa anterior y caudal a la mitad inferior de la oreja: superficial, posterior y profunda a la rama de la mandíbula (fig. 8.56). Se extiende caudalmente hasta el borde inferior de la mandíbula y cranealmente hasta el arco cigomático. Posteriormente cubre la parte anterior del músculo esternocleidomastoideo y se extiende anteriormente hasta la mitad del músculo masetero.

El **conducto parotídeo** abandona el borde anterior de la glándula parótida a mitad de camino entre el arco cigomático y la comisura bucal (fig. 8.56). Atraviesa la cara siguiendo una dirección transversal y, tras cruzar el borde medial del músculo masetero, se introduce profundamente en la almohadilla grasa de la boca y atraviesa el músculo buccinador. Penetra al interior de la boca cerca del segundo molar superior.

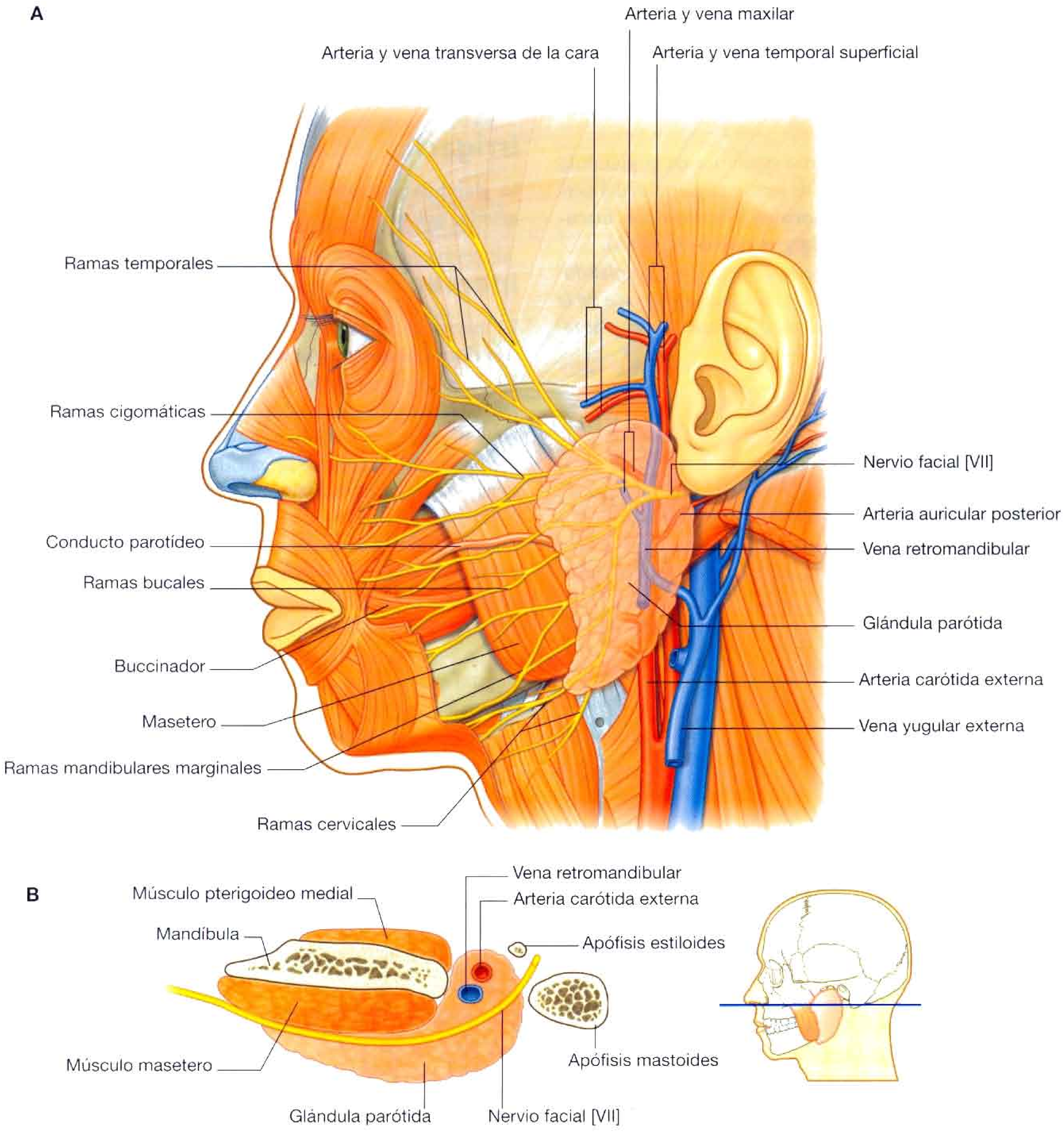


Fig. 8.56 Glándula parótida. **A.** Visión lateral. **B.** Sección transversal.

Relaciones importantes

A través de la glándula parótida, o profundas a la misma, discurren diversas estructuras importantes, entre las que se incluyen el nervio facial [VII], la arteria carótida externa y sus ramas, y la vena retromandibular y sus venas tributarias (fig. 8.56).

Nervio facial

El nervio facial [VII] abandona el cráneo a través del agujero estilomastoideo y se introduce en el espesor de la glándula parótida, donde generalmente se divide en un tronco superior y otro inferior, que discurren a través del parénquima de la glándula, donde pueden seguir ramificándose y anastomosándose entre sí.

De los bordes superior, anterior e inferior de la glándula parótida emergen cinco grupos de ramas terminales del nervio facial [VII]: las **ramas temporales, cigomáticas, bucales, marginal de la mandíbula** y **cervical** (fig. 8.56).

Esta íntima relación entre el nervio facial [VII] y la glándula parótida implica que durante la extirpación quirúrgica de la glándula será difícil la disección si hay que respetar todas las ramas del nervio facial [VII].

Arteria carótida externa y sus ramas

La arteria carótida externa penetra en el interior de la glándula parótida o bien discurre profunda al extremo inferior de la glándula (fig. 8.56). En su recorrido en dirección superior da la **arteria auricular posterior** antes de dividirse en sus dos ramas terminales (la **arteria maxilar** y la **arteria temporal superficial**), cerca del borde inferior de la oreja:

- La arteria maxilar discurre horizontalmente, profunda a la mandíbula.
- La arteria temporal superficial continúa en una dirección superior y abandona el borde superior de la glándula tras emitir la **arteria transversa de la cara.**

Vena retromandibular y sus tributarias

La vena retromandibular se forma en el parénquima de la glándula parótida por la unión de las **venas maxilar** y **temporal superficial** (fig. 8.56) y discurre inferiormente en su interior. Suele dividirse en una rama anterior y otra posterior justo por debajo del borde inferior de la glándula.

Irrigación arterial

La glándula parótida recibe su irrigación de las numerosas arterias que atraviesan su parénquima.

Inervación

La inervación sensitiva de la glándula parótida depende del **nervio auriculotemporal,** una rama del nervio mandibular [V_3]. Esta división del nervio trigémino abandona el cráneo a través del agujero oval.

El nervio auriculotemporal también transporta fibras secretomotoras a la glándula parótida. Estas fibras parasimpáticas posganglionares tienen su origen en el ganglio ótico asociado al nervio mandibular [V_3], situado inmediatamente inferior al agujero oval.

Las fibras parasimpáticas preganglionares del ganglio ótico provienen del nervio glosofaríngeo [IX].

Conceptos prácticos

Glándula parótida

La glándula parótida es la glándula salival de mayor tamaño. Se encuentra rodeada por una vaina visceral, que forma parte de la fascia cervical profunda.

La glándula parótida produce una saliva acuosa y amilasa salival, necesarias para la formación del bolo alimenticio, la digestión oral y para facilitar un descenso suave del bolo alimenticio hacia los tramos superiores del aparato gastrointestinal.

Tumores de la glándula parótida

Los tumores más frecuentes de la glándula parótida (fig. 8.57) son benignos y por regla general suelen afectar a la porción superficial de la glándula. Entre estos tumores se incluyen el adenoma pleomórfico y el adenolinfoma. Su importancia estriba en las relaciones anatómicas de la glándula. Resulta crucial identificar la relación del tumor con las ramas del nervio facial [VII], ya que la resección tumoral puede dañar dicho nervio. Si el tumor se extiende a la parte profunda de la glándula, el paciente debe firmar un consentimiento informado donde se especifique el posible daño del nervio facial [VII].

Cálculos de la glándula parótida

La formación de cálculos en el interior de la glándula parótida no es un hecho infrecuente. Se producen generalmente en la confluencia de los conductos y en el conducto parotídeo principal. El paciente suele referir un dolor intenso con la salivación y tiende a evitar los alimentos que producen dicho síntoma. El dolor puede provocarse fácilmente en la clínica si se pide al paciente que retenga en la boca el zumo de un limón.

El tratamiento quirúrgico depende de la localización del cálculo. Si se sitúa en el tercio anterior del conducto parotídeo, la simple incisión del mismo a través de la mucosa bucal, junto a una esfinterotomía, puede ser suficiente para su eliminación. La extirpación glandular completa puede ser necesaria cuando el cálculo se localiza en el conducto principal pero a un nivel más posterior.

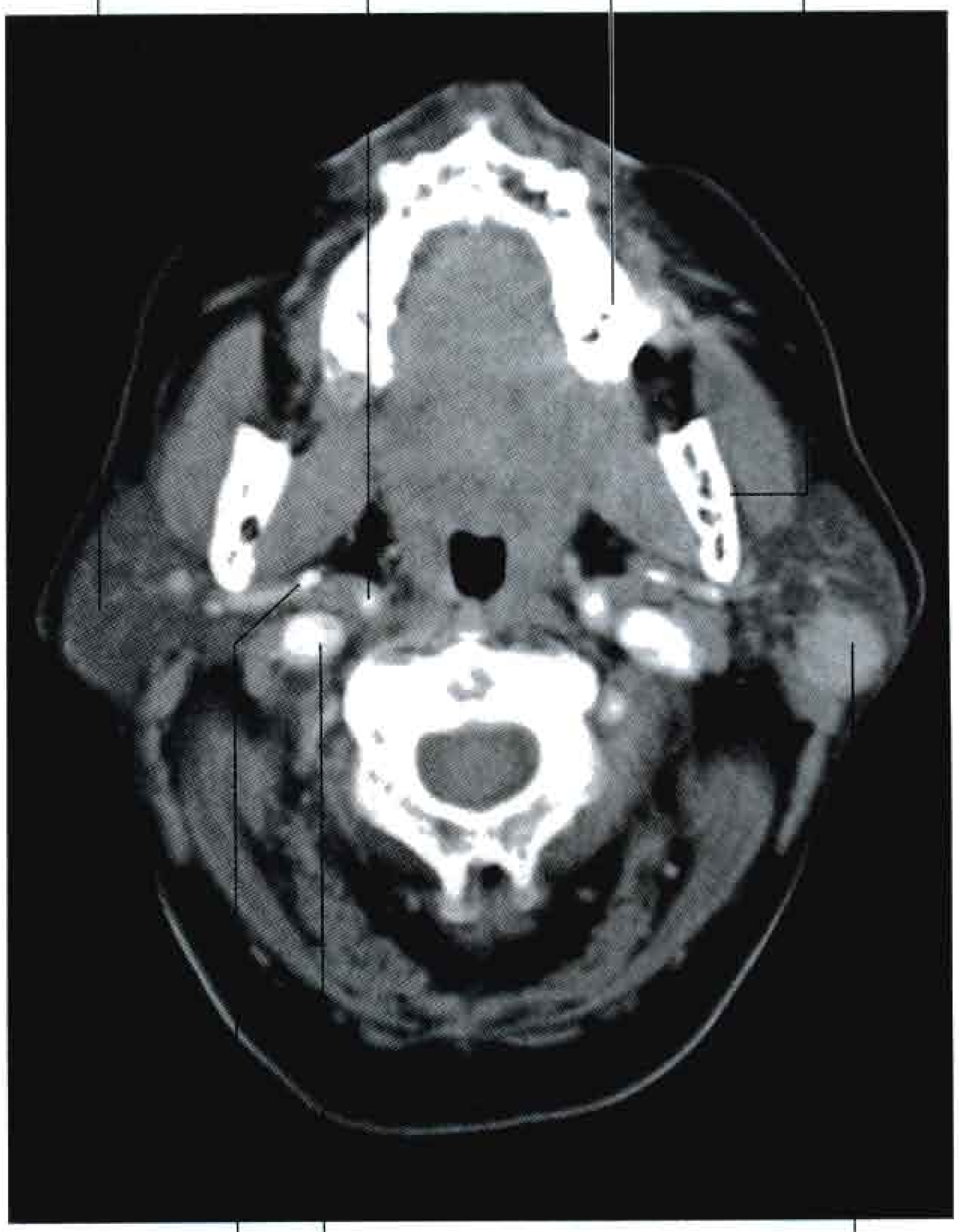


Fig. 8.57 Tumor de la glándula parótida. TC axial.

Inervación

Durante el desarrollo, cada arco faríngeo se asocia con un nervio craneal. La cara deriva principalmente del primer y segundo arco faríngeo, por lo que la inervación de las estructuras faciales vecinas depende de:

- El nervio trigémino [V] inerva las estructuras derivadas del primer arco faríngeo.
- El nervio facial [VII] inerva a los componentes faciales derivados del segundo arco faríngeo.

Inervación sensitiva

Durante el desarrollo, la cara se origina de diferentes estructuras que derivan del primer arco faríngeo, por lo que la inervación cutánea de la cara depende de ramas del nervio trigémino [V].

El nervio trigémino [V], antes de abandonar la fosa craneal media, se divide en tres ramas principales: el nervio oftálmico [V_1], el nervio maxilar [V_2] y el nervio mandibular [V_3] (fig. 8.58). Cada una de estas divisiones tras salir de la cavidad craneal inerva una región facial, de modo que la mayor parte de la piel de la cara está inervada por las ramas del nervio trigémino [V]. La excepción consiste en una pequeña área que comprende el ángulo y el borde inferior de la rama de la mandíbula y la parte de la oreja, que es inervada por los nervios cervicales.

Nervio oftálmico [V_1]

El nervio oftálmico [V_1] abandona el cráneo y penetra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior. Las ramas (fig. 8.58) que proporcionan inervación a las estructuras faciales son:

- Los **nervios supratroclear** y **supraorbitario**, que abandonan la órbita superiormente e inervan el párpado superior, la frente y el cuero cabelludo.
- El **nervio infratroclear**, que sale de la órbita por su ángulo medial para inervar la mitad interna del párpado superior, la piel del área del ángulo medial y de la región lateral de la nariz.

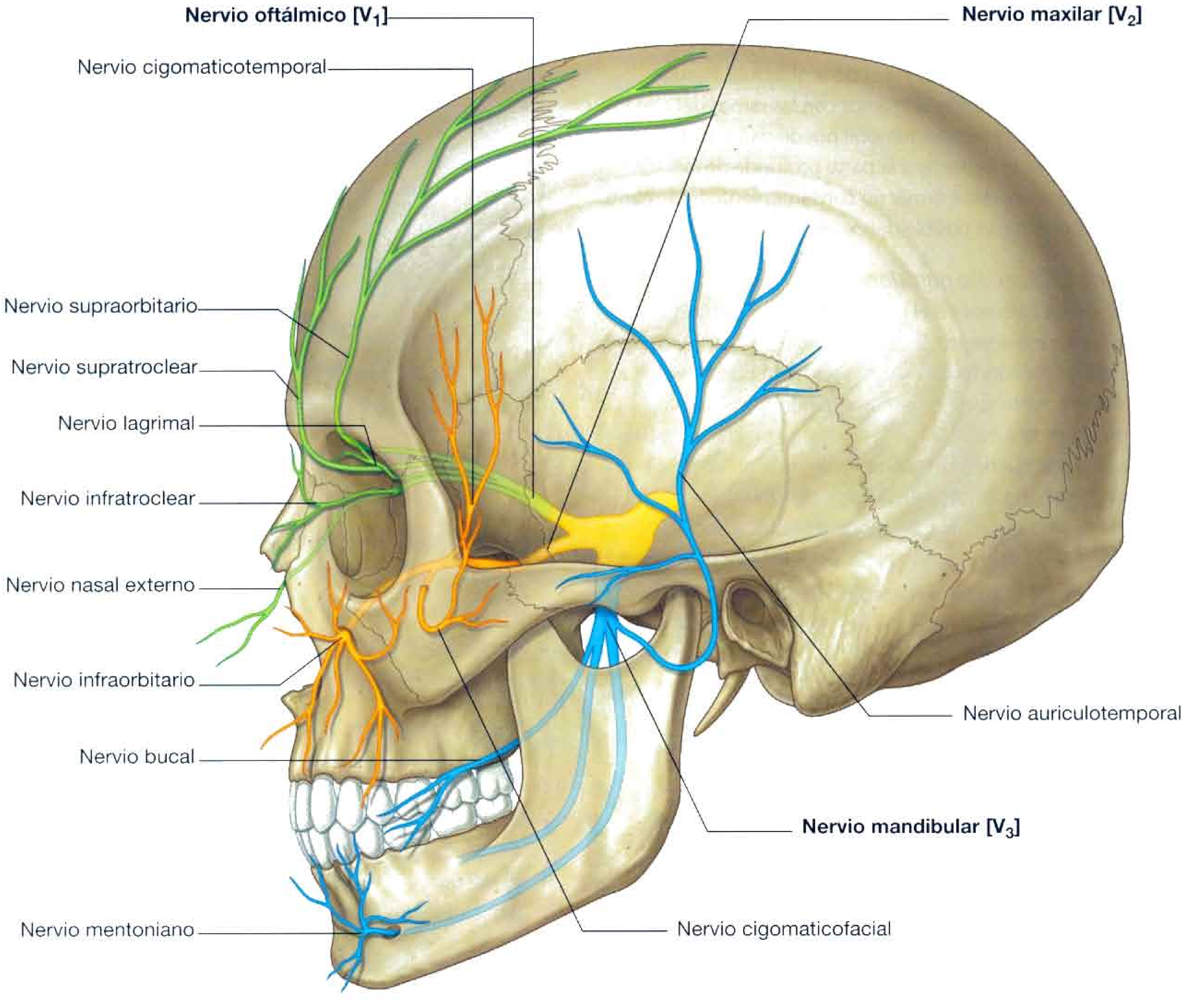


Fig. 8.58 Salida craneal del nervio trigémino [V].

- El **nervio lagrimal**, que abandona la órbita por el ángulo lateral para inervar la mitad externa del párpado superior y la piel del ángulo lateral.
- El **nervio nasal externo**, que inerva la región anterior de la nariz (fig. 8.59).

Nervio maxilar [V_2]

El nervio maxilar [V_2] abandona el cráneo a través del agujero redondo. Las ramas que inervan la cara (fig. 8.58) son las siguientes:

- Una pequeña **rama cigomaticotemporal**, que tras abandonar el hueso cigomático inerva una pequeña zona de la sien por encima del arco cigomático.
- Una pequeña **rama cigomaticofacial**, que abandona el hueso cigomático e inerva una pequeña zona de la piel que cubre al hueso cigomático.
- El gran **nervio infraorbitario**, que abandona el hueso maxilar a través del agujero infraorbitario e inmediatamente se divide en múltiples ramas que inervan el párpado inferior, la mejilla, la región lateral de la nariz y el labio superior (fig. 8.59).

Nervio mandibular [V_3]

El nervio mandibular [V_3] sale del cráneo a través del agujero oval. Las ramas que inervan la cara son:

- El **nervio auriculotemporal**, que alcanza la cara inmediatamente posterior a la articulación

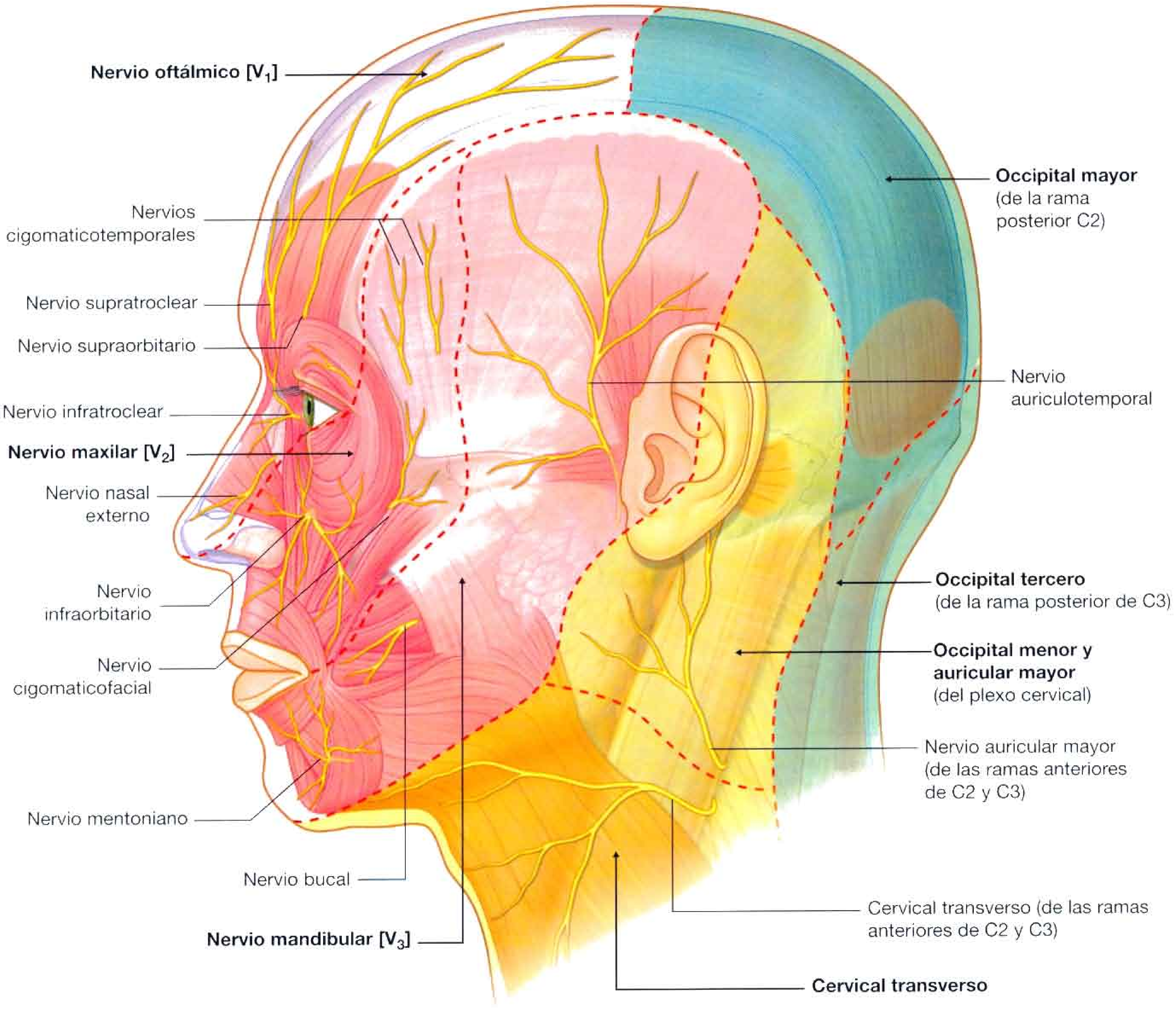


Fig. 8.59 Distribución cutánea del nervio trigémino [V].

temporomandibular, atraviesa la glándula parótida y asciende anterior a la oreja para inervar el conducto auditivo externo, la superficie de la membrana timpánica y una amplia zona de la sien.

- El **nervio bucal**, que discurre sobre la superficie del músculo buccinador e inerva a la mejilla.
- El **nervio mentoniano**, que tras abandonar la mandíbula a través del agujero mentoniano se divide en múltiples ramas que inervan la piel y las membranas mucosas del labio inferior así como la piel del mentón (fig. 8.59).

Inervación motora

Los músculos de la cara, así como los asociados con la oreja y el cuero cabelludo, derivan del segundo arco faríngeo, por lo que reciben su inervación a partir de ramas del nervio craneal asociado con dicho arco, el nervio facial [VII].

El nervio facial [VII] abandona la fosa craneal posterior por el meato acústico interno. Pasa a través del hueso temporal, donde emite varias ramas y tras salir de la base del cráneo por el agujero estilomastoideo (fig. 8.60) emite el **nervio auricular posterior.** Esta rama se dirige hacia arriba, por detrás de

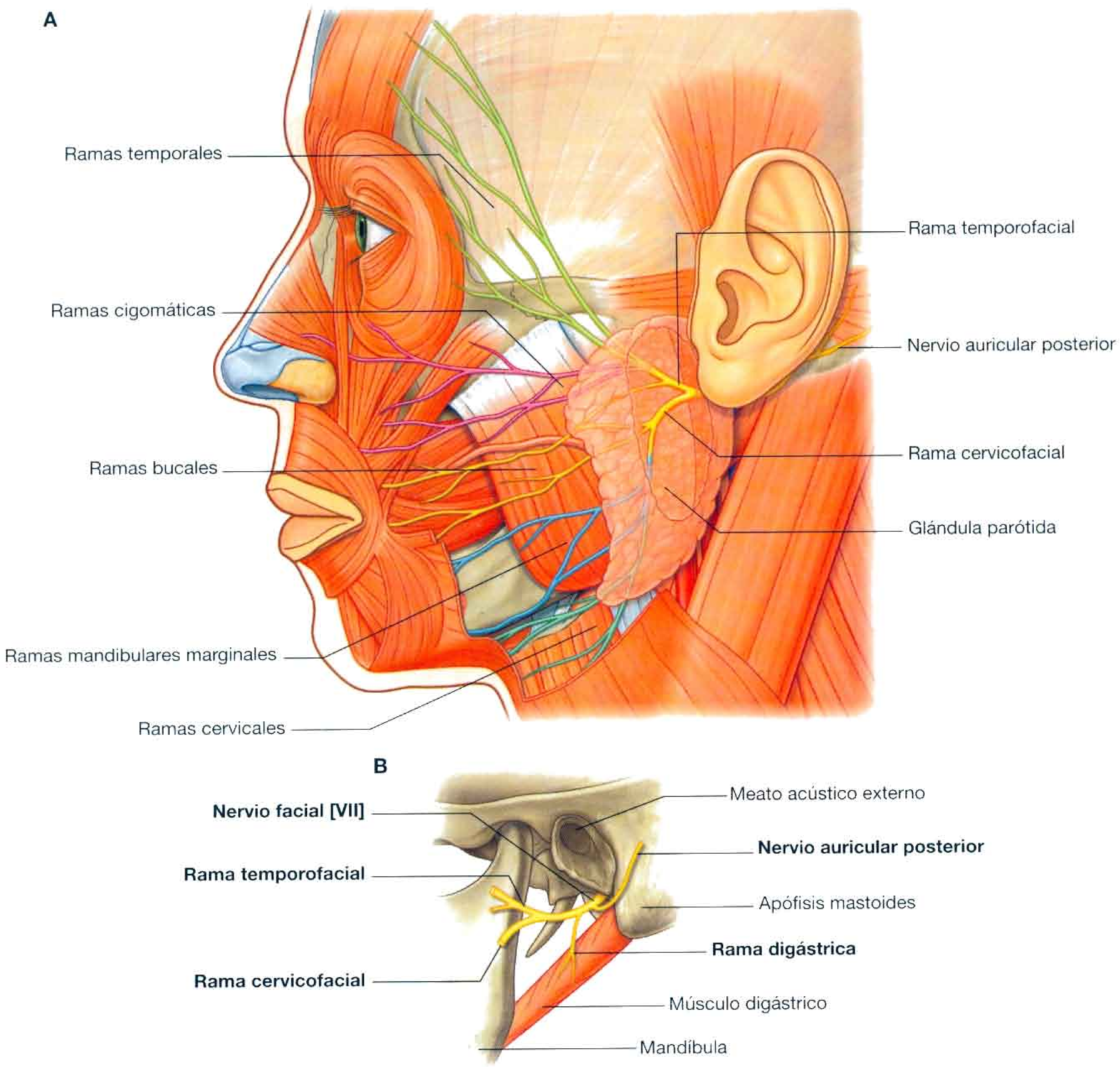


Fig. 8.60 Nervio facial [VII] en la cara. **A.** Ramas terminales. **B.** Ramas anteriores a su entrada en la glándula parótida.

la oreja, para inervar el vientre occipital del músculo occipitofrontal del cuero cabelludo y el músculo auricular posterior de la oreja.

A continuación, el tronco principal del nervio facial [VII] emite otra rama, que inerva al vientre posterior del músculo digástrico y al músculo estilohioideo, tras lo cual se introduce en la glándula parótida (fig. 8.60B).

Una vez en el interior de la glándula parótida, el tronco del nervio facial [VII] se bifurca generalmente en una rama superior (temporofacial) y una rama inferior (cervicofacial), que a su vez pueden ramificarse o bien formar una red anastomótica (el plexo parotídeo) en el interior del parénquima de la glándula parótida. Con independencia del tipo de interconexión que se establezca, de la glándula parótida emergen cinco grupos de ramas terminales del nervio facial [VII]: las ramas temporales, cigomáticas, bucales, marginales de la mandíbula y cervicales (fig. 8.60A).

Aunque pueden existir variaciones en el patrón de distribución de los cinco grupos de ramas terminales, el patrón básico es el siguiente:

- Las ramas temporales emergen por el borde superior de la glándula parótida e inervan a los músculos del área de la sien, la frente y la zona supraorbitaria.
- Las ramas cigomáticas surgen del borde anterosuperior de la glándula parótida e inervan a los músculos del área infraorbitaria, la región nasal lateral y el labio superior.
- Las ramas bucales salen del borde anterior de la glándula parótida para inervar a los músculos de la mejilla, el labio superior y la comisura bucal.
- Las ramas marginales de la mandíbula emergen por el borde anteroinferior de la glándula parótida para inervar a los músculos del labio inferior y del mentón.
- Las ramas cervicales abandonan la glándula parótida por su borde inferior e inervan al músculo platisma.

Vasos

Las arterias que irrigan la cara son principalmente ramas de la arteria carótida externa, y en menor medida de una rama de la arteria carótida interna.

De modo similar, la mayor parte del retorno venoso es subsidiario de la vena yugular interna, aunque parte de la circulación venosa se realiza a través de una vía intracraneal importante desde el punto de vista clínico, en la que participa el seno cavernoso.

Arterias

Arteria facial

La arteria facial es el vaso más importante para la irrigación de la cara (fig. 8.61). Tras surgir de la superficie anterior de la arteria carótida externa, asciende atravesando las estructuras profundas del cuello y emerge por el borde inferior de la mandíbula, tras pasar posterior a la glándula submandibular. Sigue un trayecto curvo alrededor del borde inferior de la mandíbula, inmediatamente anterior al músculo masetero, donde puede palparse su latido, hasta alcanzar la región de la cara. A partir de este punto la arteria facial se dirige hacia arriba y medialmente siguiendo un curso tortuoso. Asciende por la región lateral de la nariz y finaliza por medio de la **arteria angular** en el ángulo medial del ojo.

A lo largo de su recorrido, la arteria facial discurre profunda a los músculos platisma, risorio, cigomático mayor y cigomático menor, superficial a los músculos buccinador y elevador del ángulo de la boca, y puede discurrir superficialmente o atravesar el músculo elevador del labio superior.

Entre las ramas de la arteria facial se incluyen las ramas labial superior e inferior y la rama nasal lateral (fig. 8.61).

Las ramas labiales se originan próximas al ángulo de la boca:

- La **rama labial inferior** irriga el labio inferior.
- La **rama labial superior** irriga el labio superior y también emite una rama para el tabique nasal.

Las ramas labiales superior e inferior se anastomosan cerca de la línea media con sus homólogas contralaterales. Estas anastomosis establecen una conexión importante entre las arterias faciales y las arterias carótidas externas de ambos lados.

La **rama nasal lateral** es una pequeña rama que surge de la arteria facial mientras discurre por la región lateral de la nariz. Aporta la irrigación a la superficie lateral y al dorso de la nariz.

Arteria transversa de la cara

La arteria transversa de la cara, una rama de la arteria temporal superficial (la menor de las dos ramas terminales de la arteria carótida externa), es otro vaso que contribuye a la irrigación de la región facial (fig. 8.61).

La arteria transversa de la cara surge de la arteria temporal superficial en el interior del parénquima de la glándula parótida, atraviesa la glándula y cruza la cara siguiendo una dirección transversal. Discurre sobre la superficie externa del músculo masetero, entre el arco cigomático y el conducto parotídeo.

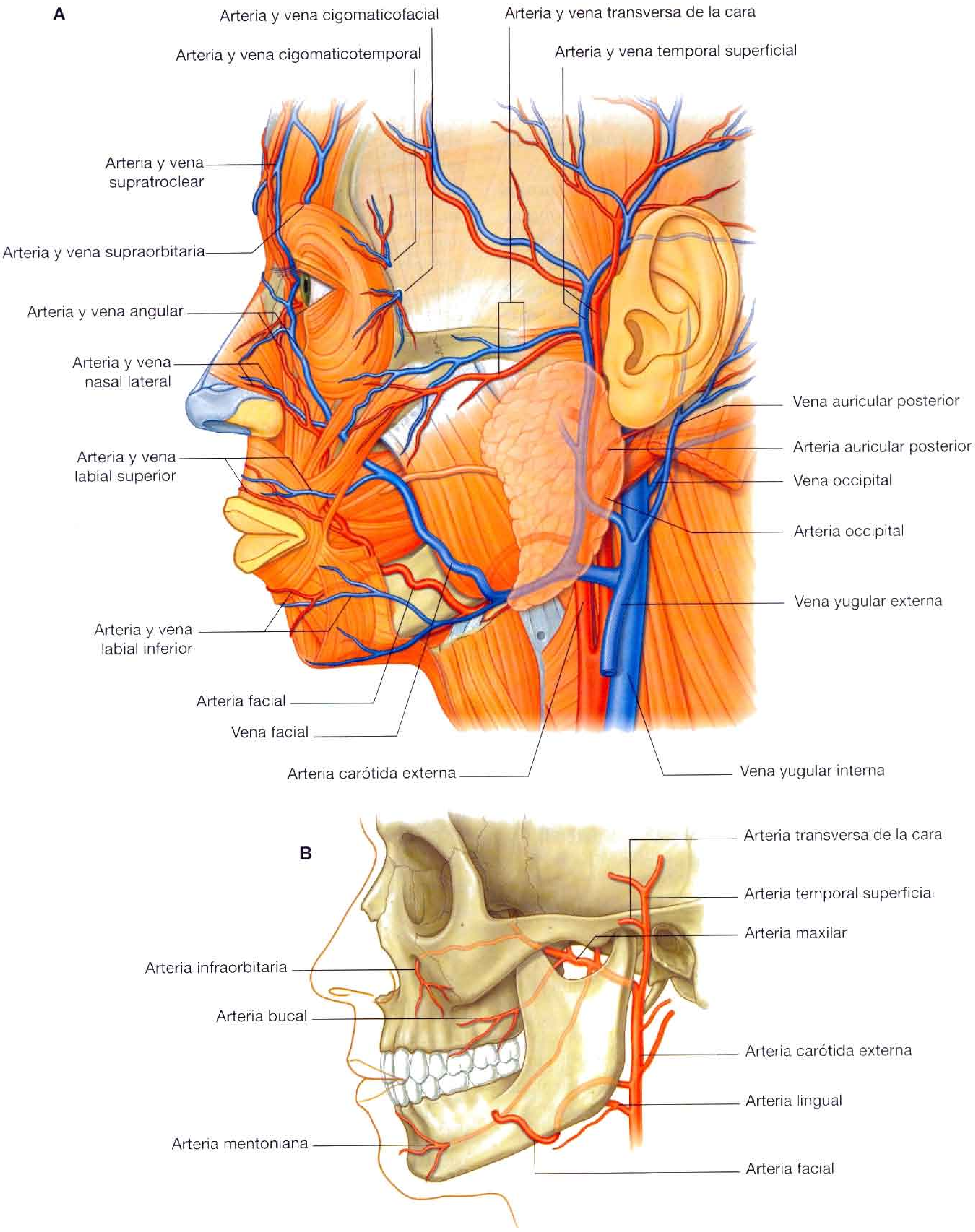


Fig. 8.61 Vascularización de la cara. **A.** Visión lateral. **B.** Ramas de la arteria maxilar.

Ramas de la arteria maxilar

La arteria maxilar, la mayor de las dos ramas terminales de la arteria carótida externa, emite varias ramas de pequeño tamaño que contribuyen a la irrigación de la cara:

- La **arteria infraorbitaria** alcanza la cara a través del agujero infraorbitario e irriga el párpado inferior, el labio superior y el área comprendida entre estas dos estructuras.
- La **arteria bucal** llega a la cara por la superficie externa del músculo buccinador e irriga las estructuras de la zona.
- La **arteria mentoniana** alcanza la cara tras salir del agujero mentoniano e irriga la zona del mentón.

Ramas de la arteria oftálmica

En la irrigación de la cara también participan dos pequeñas arterias que derivan de una rama de la arteria carótida interna, la **arteria oftálmica**, una vez que penetra en la órbita:

- La **arteria cigomaticofacial** deriva de la rama lagrimal de la arteria oftálmica (fig. 8.61), alcanza la cara a través del agujero cigomaticofacial y aporta la irrigación del área facial sobre el hueso cigomático.
- La **arteria dorsal de la nariz**, una rama terminal de la arteria oftálmica, abandona la órbita por su ángulo medial e irriga el dorso de la nariz.

La zona anterior del cuero cabelludo recibe su irrigación a través de otras ramas de la arteria oftálmica (las arterias supraorbitaria y supratroclear).

Venas

Vena facial

La vena facial es la principal vía de retorno venoso de la cara (fig. 8.61). Se origina cerca del ángulo interno de la órbita, mediante la unión de las **venas supraorbitaria y supratroclear** en la **vena angular**. A medida que discurre en dirección inferior, la vena angular pasa a denominarse vena facial, situándose inmediatamente posterior a la arteria facial. La vena facial desciende a través de la cara junto a la arteria facial hasta que alcanza el borde inferior de la mandíbula. En este punto ambos vasos se separan y la vena facial se hace superficial a la glándula submandibular antes de alcanzar la vena yugular interna.

A lo largo de su recorrido, la vena facial recibe venas tributarias de los párpados, la nariz, los labios, la mejilla y el mentón, que discurren acompañadas por ramas de la arteria facial.

Vena transversa de la cara

La vena transversa de la cara es una vena de pequeño tamaño que acompaña a la arteria transversa de la cara en su recorrido (fig. 8.61). Drena en la vena temporal superficial, en el interior del parénquima de la glándula parótida.

Conexiones venosas intracraneales

La vena facial durante su recorrido por la cara establece numerosas conexiones con los canales venosos que se dirigen hacia las zonas más profundas de la cabeza (fig. 8.62):

- Cerca del ángulo interno de la órbita se comunica con las venas oftálmicas.
- En la región de la mejilla se reúne con las venas que atraviesan el agujero infraorbitario.
- Se comunica con las venas que se dirigen a las regiones más profundas de la cara (es decir, con la vena facial profunda que conecta con el plexo venoso pterigoideo).

Todos estos canales venosos establecen conexiones con el seno cavernoso intracraneal por medio de venas emisarias que comunican las venas intracraneales con las extracraneales. La vena facial y el resto de los canales venosos en la cabeza carecen de válvulas, por lo que la sangre puede moverse en cualquier dirección. *Debido a las interconexiones venosas, las infecciones de la cara, principalmente las localizadas por encima de la boca (es decir, la «zona de peligro») deberían ser tratadas con sumo cuidado para impedir la diseminación del material infeccioso hacia estructuras intracraneales.*

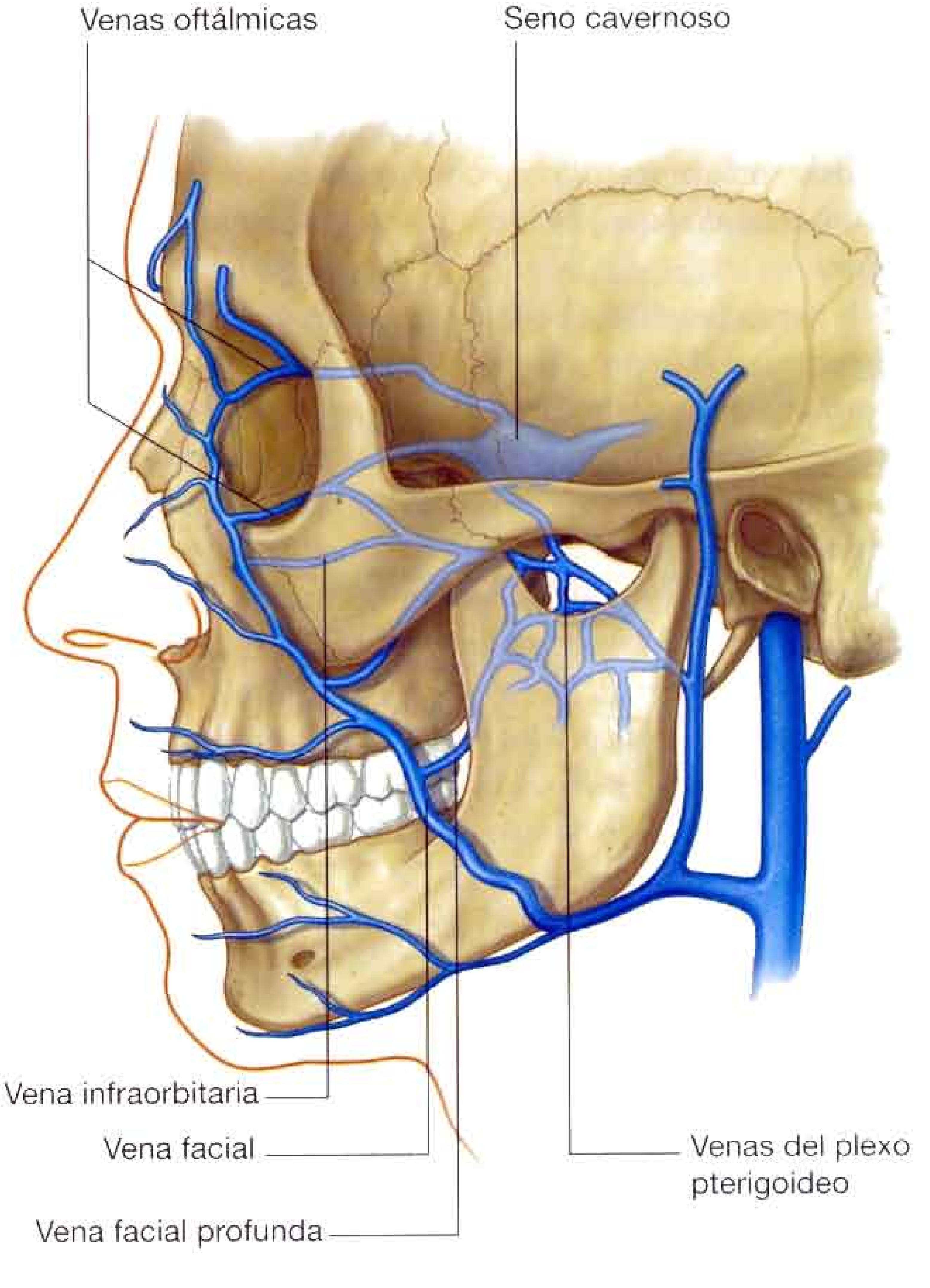


Fig. 8.62 Conexiones venosas intracraneales.

Drenaje linfático

El drenaje linfático de la cara se dirige principalmente hacia tres grupos de nódulos linfáticos (fig. 8.63):

- Los **nódulos submentonianos** inferiores y posteriores al mentón, drenan los linfáticos de la región medial del labio inferior y de la barbilla bilateralmente.
- Los **nódulos submandibulares,** superficiales a la glándula submandibular e inferiores al cuerpo de la mandíbula, drenan los linfáticos del ángulo interno de la órbita, la mayor parte de la zona externa de la nariz, la zona medial de la mejilla, el labio superior y la zona lateral del labio inferior, siguiendo el curso de la arteria facial.
- Los **nódulos parotídeos y preauriculares,** se encuentran por delante de la oreja y drenan los linfáticos de la mayor parte de los párpados, parte de la zona externa de la nariz y la región lateral de la mejilla.

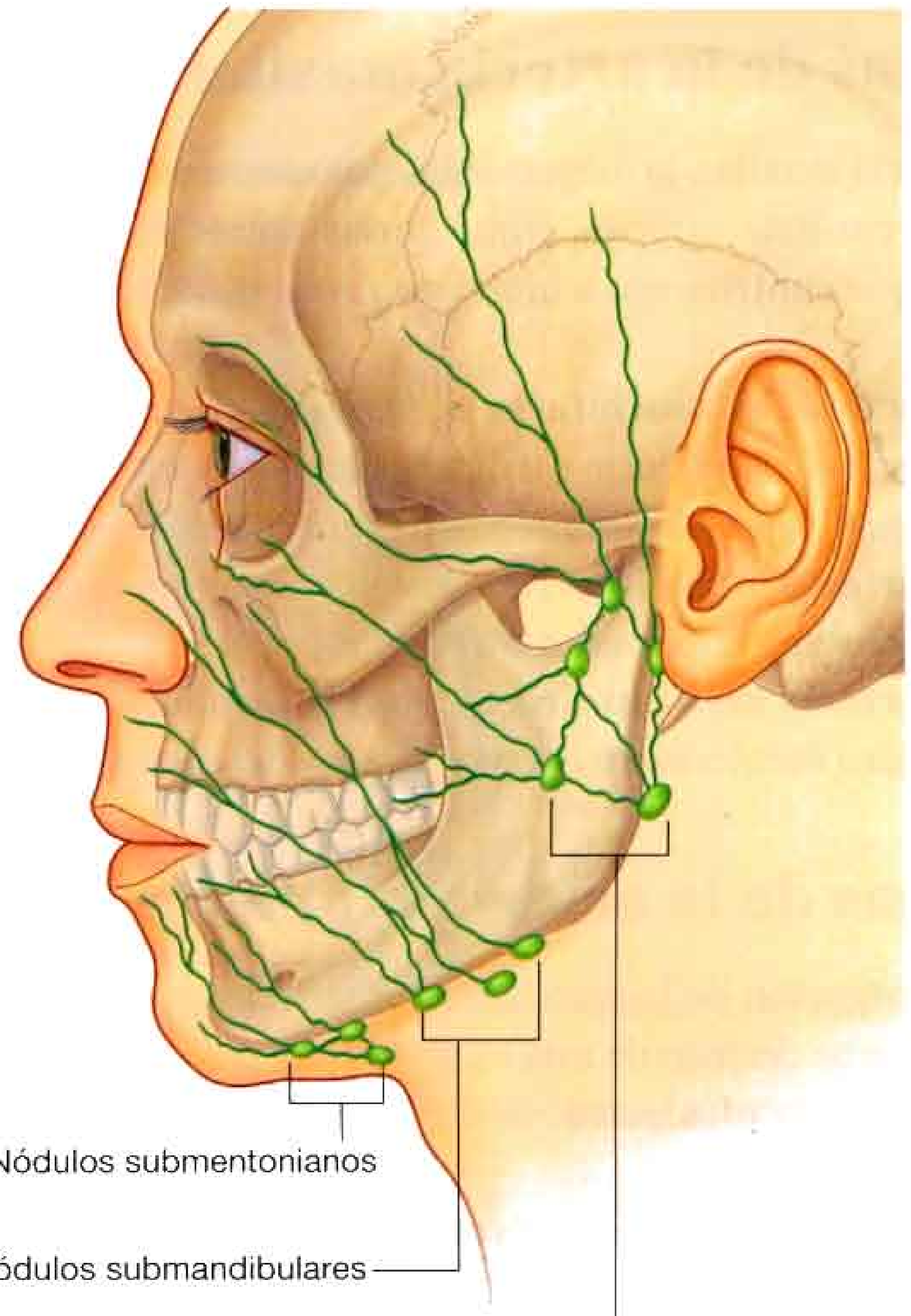


Fig. 8.63 Drenaje linfático de la cara.

Conceptos prácticos

Parálisis del nervio facial [VII] (parálisis de Bell)
La complejidad del nervio facial [VII] queda demostrada por los diferentes procesos patológicos que puede sufrir y por las distintas localizaciones en los que estos procesos tienen lugar.

El nervio facial [VII] se origina a partir de los núcleos presentes en el tronco del encéfalo y emerge en la unión entre la protuberancia y el bulbo raquídeo. Se introduce por el meato acústico interno, llega al ganglio geniculado (donde emite una serie de ramas) y emerge de la base del cráneo tras un complejo recorrido en el interior del hueso temporal, para abandonar el cráneo por el agujero estilomastoideo. Penetra en el interior de la glándula parótida y emite cinco grupos de ramas terminales que inervan a los músculos de la cara y un número de ramas adicionales que inervan a los músculos más profundos o más posteriores. Existen diversas lesiones que pueden dañar al nervio facial a lo largo de su recorrido, siendo posible, con los conocimientos clínicos adecuados, determinar el punto exacto de la lesión en relación con el recorrido del nervio.

Lesiones centrales
Una lesión primaria en el tronco del encéfalo afecta tanto a la función sensorial como a la función motora del nervio facial [VII], incluyendo sus componentes especiales. Si la lesión acontece antes de que las fibras nerviosas crucen la línea media (antes de que se decusen), el síntoma principal consistirá en una debilidad de la hemicara inferior contralateral (del lado opuesto). La conservación o la pérdida de las funciones especiales vienen determinadas por la extensión de la lesión.

Lesiones del ganglio geniculado y de sus zonas vecinas
Las lesiones en o alrededor del ganglio geniculado típicamente se acompañan de una pérdida de la función motora en toda la hemicara ipsilateral (del mismo lado de la lesión). Como la lesión es anterior al nervio petroso mayor y a la cuerda del tímpano, ramas del nervio facial, es probable que también se encuentren afectados el gusto de los dos tercios anteriores de la lengua, la secreción lagrimal y la salivación.

Lesiones en el agujero estilomastoideo y en sus zonas vecinas
Las lesiones en el agujero estilomastoideo o alrededor del mismo constituyen la patología más frecuente del nervio facial [VII]. La etiología más habitual suele ser la inflamación de origen viral del nervio en el interior del conducto óseo antes de emerger por el agujero estilomastoideo. El paciente típicamente se presenta con una pérdida de la función motora de toda la hemicara ipsilateral. Los pacientes, aparte de un aspecto característico, suelen tener complicaciones durante la masticación de los alimentos. Si la lesión es distal a los nervios petroso mayor y cuerda del tímpano, que se originan en el interior del hueso temporal, la secreción lagrimal y el gusto pueden no verse afectados.

Conceptos prácticos

Neuralgia del trigémino

La neuralgia del trigémino (tic doloroso) es un trastorno sensorial complejo de la raíz sensitiva del nervio trigémino. El dolor típicamente se localiza en el área de distribución del nervio mandibular [V3] y del nervio maxilar [V2] y se caracteriza por la aparición súbita de un dolor insoportable que puede ser desencadenado tras tocar una zona de piel sensible.

La etiología de la neuralgia del trigémino es desconocida, aunque se invoca la participación de vasos sanguíneos anómalos presentes en la ruta sensorial de los nervios maxilar [V2] y mandibular [V3].

La persistencia de los síntomas y la falta de respuesta al tratamiento médico puede hacer necesaria una exploración quirúrgica del nervio trigémino (no exenta de riesgos) con el fin de eliminar cualquier vaso aberrante.

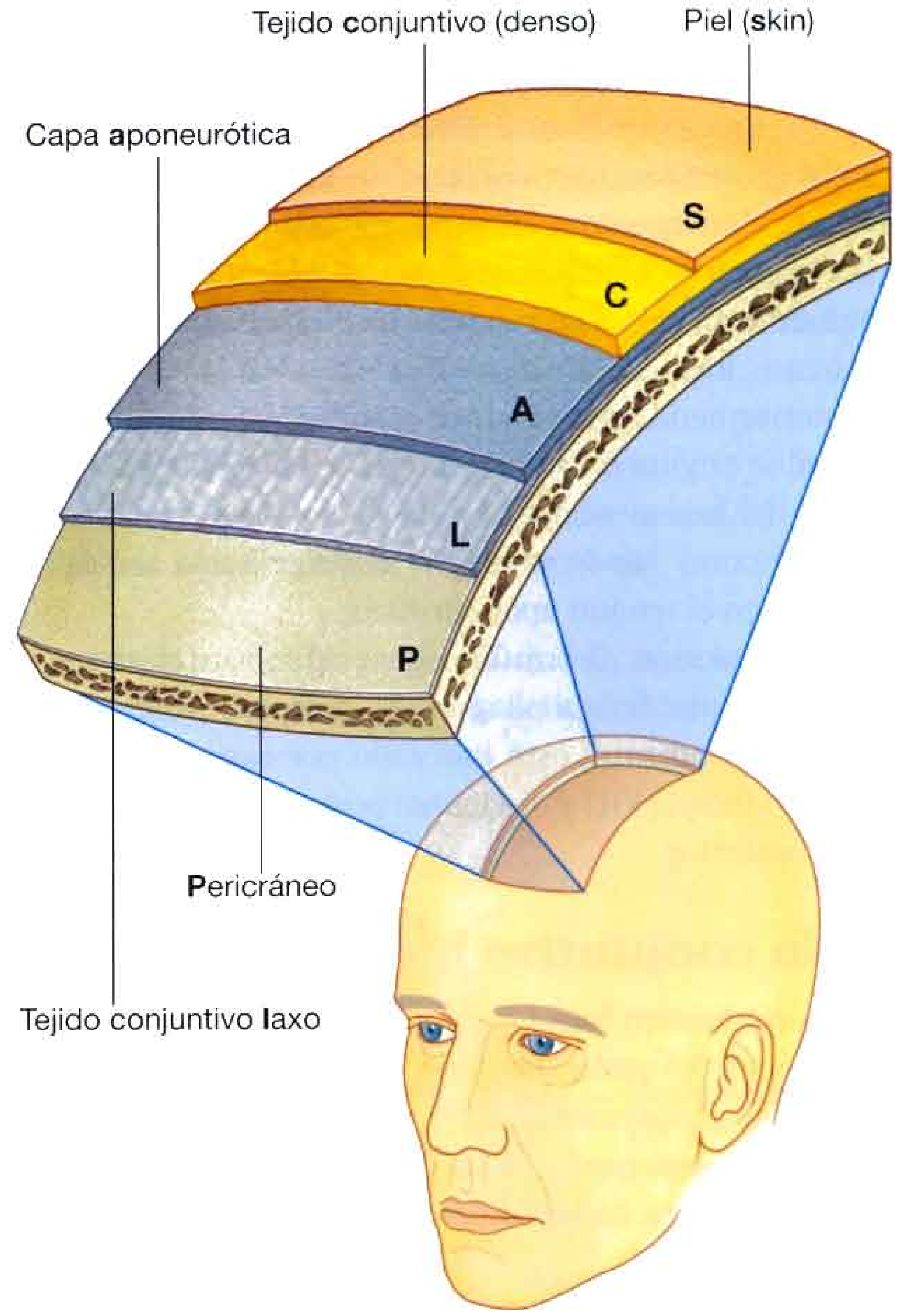


Fig. 8.64 Cuero cabelludo (SCALP).

CUERO CABELLUDO

El cuero cabelludo es la región de la cabeza que se extiende desde los arcos superciliares anteriormente hasta la protuberancia occipital externa y las líneas nucales superiores posteriormente. Lateralmente se continúa inferiormente hasta el arco cigomático.

El cuero cabelludo es una estructura estratificada cuya composición puede deducirse a partir de las letras que componen el término en lengua inglesa («scalp»):

- S: piel (Skin).
- C: tejido Conjuntivo denso.
- A: capa Aponeurótica.
- L: tejido conjuntivo Laxo.
- P: Pericráneo (fig. 8.64).

Capas

La exploración de la estructura estratificada del cuero cabelludo revela que las tres primeras capas se encuentran firmemente unidas, formando una sola unidad. *Esta unidad es denominada en ocasiones como cuero cabelludo propiamente dicho y es el tejido que se levanta durante los «arrancamientos» importantes del cuero cabelludo.*

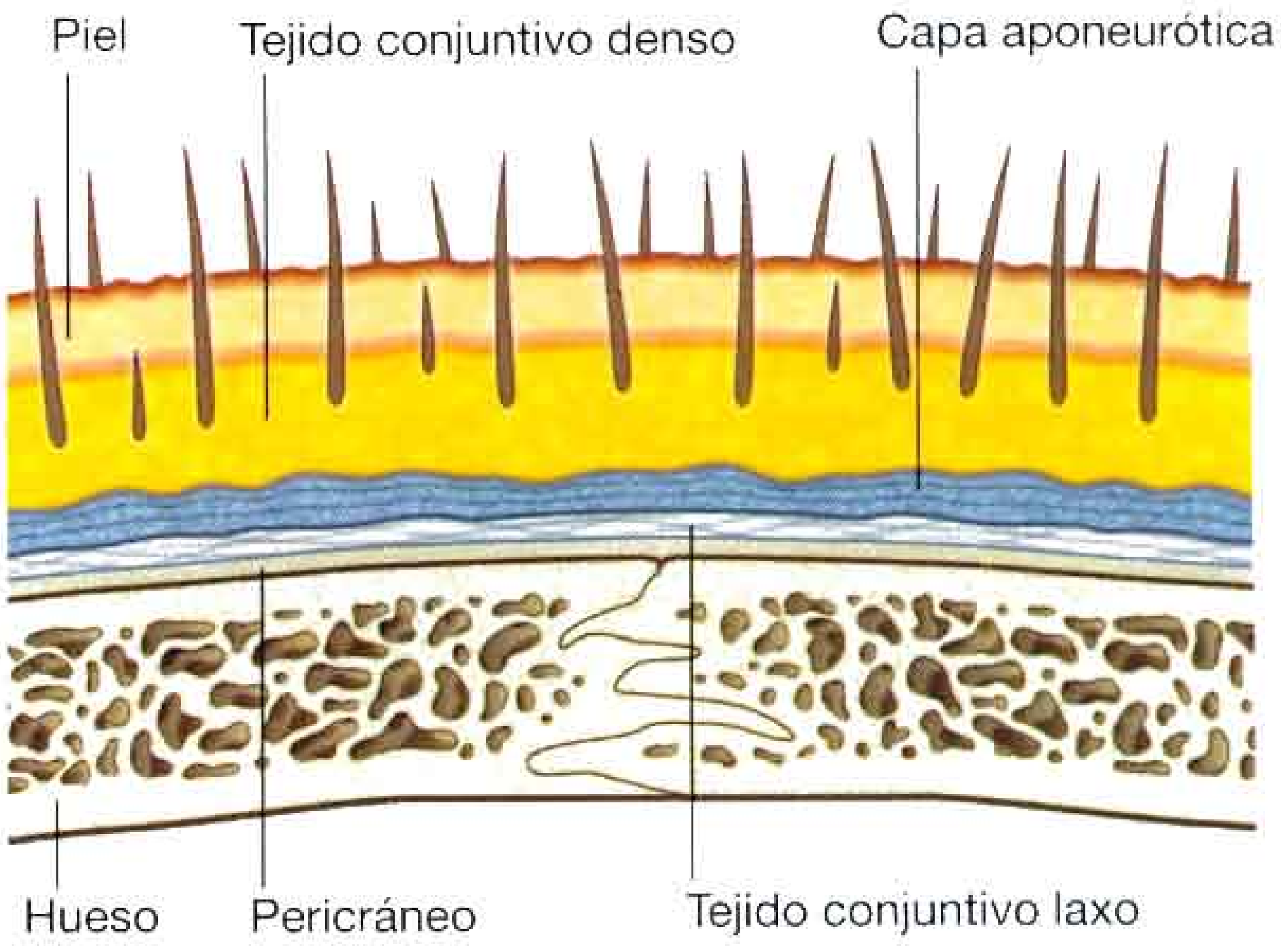


Fig. 8.65 Capas del cuero cabelludo.

Piel

La piel es la capa más externa del cuero cabelludo (figs. 8.64 y 8.65). Su estructura es similar a la de la piel del resto del cuerpo con la excepción de que cuenta con una mayor cantidad de pelo.

Tejido conjuntivo (denso)

Por debajo de la piel se encuentra el tejido conjuntivo denso. Esta capa ancla la piel a la tercera capa y contiene las arterias, las venas y los nervios del cuero cabelludo. *Cuando se secciona el cuero cabelludo, el tejido conjuntivo denso que rodea a los vasos sanguíneos tiende a mantener abiertos los vasos seccionados, resultando en una hemorragia intensa.*

Capa aponeurótica

La capa aponeurótica es la capa más profunda de las tres primeras capas del cuero cabelludo. Se encuentra unida firme-

mente a la piel por medio del tejido conjuntivo denso de la segunda capa. Está compuesta por el músculo occipitofrontal, que posee un vientre frontal anterior, un vientre occipital posterior y un tendón aponeurótico, la **aponeurosis epicraneana (galea aponeurótica)** que los conecta (fig. 8.66).

El vientre frontal del músculo occipitofrontal se inserta anteriormente en la piel de las cejas, se dirige hacia arriba, cruza la frente, hasta continuarse con el tendón aponeurótico.

Posteriormente, cada vientre occipital del músculo occipitofrontal se origina en la zona lateral de las líneas nucales superiores del hueso occipital y de las apófisis mastoides del hueso temporal. Desde su origen se dirige hacia arriba para insertarse en el tendón aponeurótico.

La contracción del músculo occipitofrontal mueve el cuero cabelludo, forma pliegues en la frente y eleva las cejas. El vientre frontal está inervado por ramas temporales del nervio facial [VII] y el vientre posterior por la rama auricular posterior.

Tejido conjuntivo laxo

El tejido conjuntivo laxo forma una capa que separa la capa aponeurótica del pericráneo y facilita el movimiento del cuero cabelludo propiamente dicho sobre la calota (figs. 8.64 y 8.65). *Debido a su consistencia, las infecciones tienden a localizarse y extenderse a través del tejido conjuntivo laxo.*

Pericráneo

El pericráneo es la capa más profunda del cuero cabelludo y se corresponde con el periostio de la superficie externa de la calota. Se encuentra unido a los huesos del cráneo, de los que puede ser separado, excepto en las zonas de sutura.

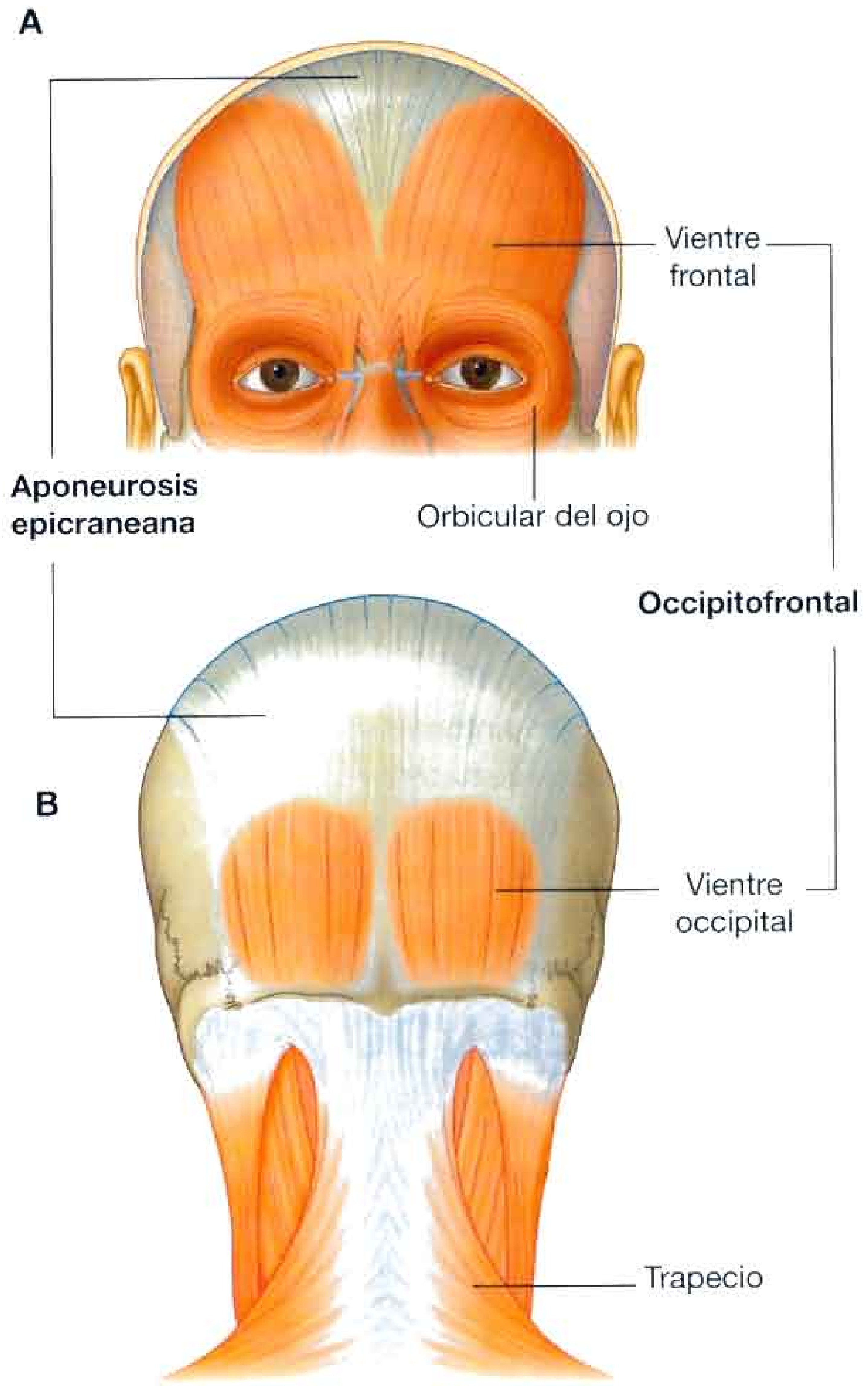


Fig. 8.66 Músculo occipitofrontal. **A.** Vientre frontal. **B.** Vientre occipital.

Inervación

La inervación sensitiva del cuero cabelludo depende de dos fuentes principales, los nervios craneales y los nervios cervicales, según sea la localización, anterior o posterior a las orejas y al vértex de la cabeza (fig. 8.67). El músculo occipitofrontal recibe su inervación a partir de ramas del nervio facial [VII].

Por delante de las orejas y del vértex de la cabeza

El cuero cabelludo por delante de las orejas y del vértex de la cabeza recibe su inervación de ramas del nervio trigémino [V] (fig. 8.67). Estas ramas son los nervios auriculotemporal, cigomaticotemporal, supraorbitario y supratroclear.

- El nervio supratroclear tras abandonar la órbita atraviesa el músculo frontal, se dirige superiormente a través de la frente y la inerva en la zona próxima a la línea media.
- El nervio supraorbitario sale de la órbita a través del agujero o escotadura supraorbitaria, atraviesa el músculo frontal y continúa superiormente a través del cuero cabelludo hasta alcanzar las orejas. Inerva el cuero cabelludo de esta zona alcanzando por detrás hasta el vértex de la cabeza.
- El nervio cigomaticotemporal abandona el cráneo a través de un orificio en el hueso cigomático e inerva una pequeña zona de cuero cabelludo de la parte anterior de la sien.
- El nervio auriculotemporal, tras abandonar el cráneo, continúa en un plano profundo a la glándula parótida hasta la región auricular anterior, desde donde se dirige hacia arriba, por delante de la oreja, hasta cerca del vértex de la cabeza. Inerva el cuero cabelludo desde la región temporal y la región auricular anterior, hasta cerca del vértex.

Por detrás de las orejas y del vértex de la cabeza

La inervación sensitiva del cuero cabelludo por detrás de las orejas y del vértex de la cabeza depende de los nervios cervicales, en concreto de ramas de los niveles medulares C2 y C3 (fig. 8.67). Estas ramas son el nervio auricular mayor, el occipital menor, el occipital mayor y el occipital tercero.

- El **nervio auricular mayor** es una rama del plexo cervical. Se origina de los ramos anteriores de los nervios espinales C2 y C3, asciende sobre la superficie del músculo esternocleidomastoideo e inerva una pequeña zona del cuero cabelludo por detrás de la oreja.
- El **nervio occipital menor** también es una rama del plexo cervical. Surge del ramo anterior del nervio espinal C2, asciende sobre el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo e inerva una zona del cuero cabelludo posterior y superior a la oreja.
- El **nervio occipital mayor** es una rama de la raíz posterior del nervio espinal C2, emerge inmediatamente por debajo del músculo oblicuo inferior de la cabeza, asciende superficial al triángulo suboccipital, atraviesa los músculos trapecio y semiespinal de la cabeza y a continuación se ramifica para inervar una gran parte del cuero cabelludo posterior que alcanza en dirección superior hasta el vértex de la cabeza.
- El **nervio occipital tercero** es una rama de la raíz posterior del nervio espinal C3, atraviesa los músculos trapecio y semiespinal de la cabeza e inerva una pequeña zona de la región inferior del cuero cabelludo.

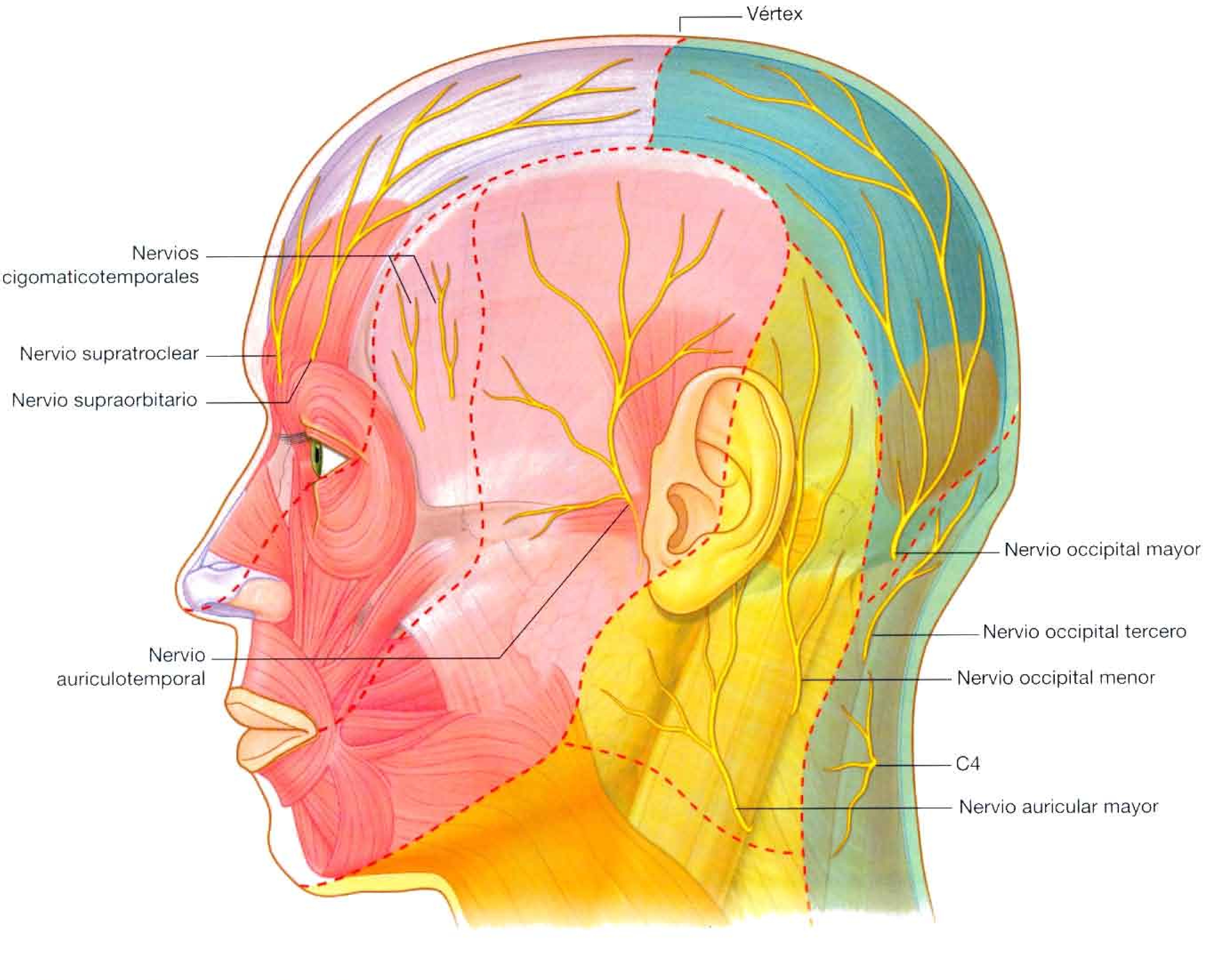


Fig. 8.67 Inervación del cuero cabelludo.

Vasos

Arterias

Las arterias que irrigan el cuero cabelludo (fig. 8.68) son ramas bien de la arteria carótida externa o de la arteria oftálmica, una rama de la arteria carótida interna.

Ramas de la arteria oftálmica

Las arterias supraorbitaria y supratroclear irrigan la zona anterosuperior del cuero cabelludo. La arteria oftálmica emite estas dos ramas en el interior de la órbita, continúan a su través y la abandonan para discurrir sobre la frente, junto a los nervios supraorbitario y supratroclear. Al igual que estos nervios, las arterias ascienden a través de la frente para irrigar el cuero cabelludo, alcanzando posteriormente hasta el vértex de la cabeza.

Conceptos prácticos

Laceración del cuero cabelludo

El cuero cabelludo posee una irrigación muy rica que proviene de las arterias carótidas externas, por lo que las laceraciones del cuero cabelludo tienden a cursar con hemorragias importantes. Estas hemorragias suelen ser de predominio arterial, hecho explicado por dos razones. En primer lugar, en la posición erguida, la presión venosa es extremadamente baja y, en segundo lugar, los vasos no se retraen cuando son seccionados debido a que el tejido conjuntivo en el que se encuentran impide su retracción.

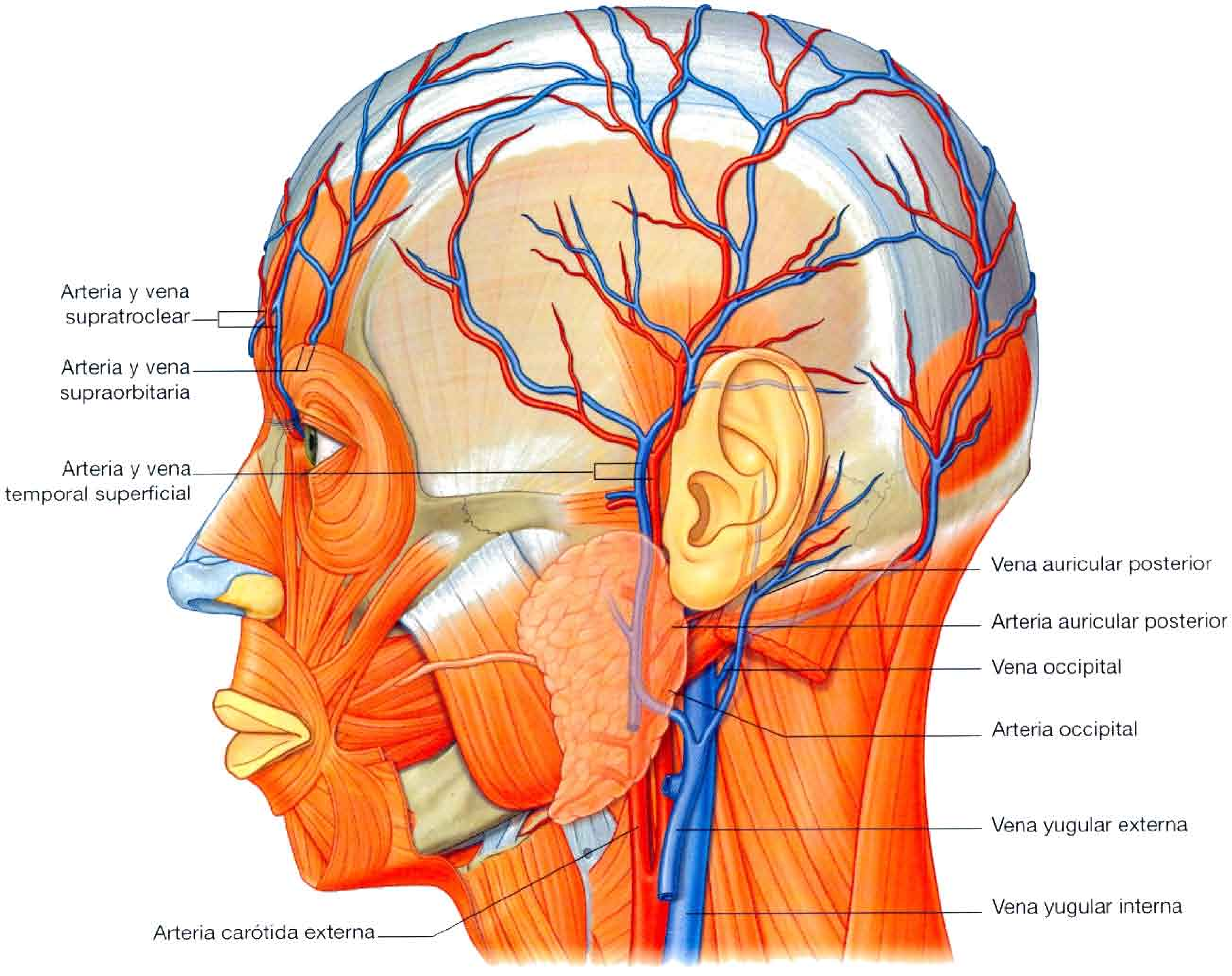


Fig. 8.68 Vascularización del cuero cabelludo.

Ramas de la arteria carótida externa

La mayor parte del cuero cabelludo recibe su irrigación a partir de tres ramas de la arteria carótida externa: las arterias occipital, auricular posterior y temporal superficial, que irrigan las porciones posterior y laterales del cuero cabelludo (fig. 8.68):

- La rama de menor tamaño (la **arteria auricular posterior**) abandona la cara posterior de la arteria carótida externa, atraviesa estructuras más profundas y emerge para irrigar el área del cuero cabelludo posterior a la oreja.
- La **arteria occipital** también surge de la cara posterior de la arteria carótida externa, asciende en dirección posterior, atraviesa diversas capas de la musculatura de la espalda y emerge para irrigar una gran parte de la zona posterior del cuero cabelludo.
- La **arteria temporal superficial** es la tercera rama que irriga el cuero cabelludo. Es una rama terminal de la arteria carótida externa que asciende anterior a la oreja. Se divide en una rama anterior y otra posterior, que irrigan casi por completo la zona lateral del cuero cabelludo.

Venas

Las venas que drenan el cuero cabelludo siguen un patrón de distribución similar al de las arterias:

- Las venas supraorbitaria y supratroclear drenan la región anterior del cuero cabelludo, desde los arcos superciliares hasta el vértex de la cabeza (fig. 8.68), se dirigen hacia la órbita, donde establecen conexiones con las venas oftálmicas, y continúan inferiormente para participar en la formación de la vena angular, que es una vena tributaria superior de la vena facial.
- La **vena temporal superficial** drena toda la zona lateral del cuero cabelludo antes de discurrir inferiormente para contribuir a la formación de la vena retromandibular.
- La **vena auricular posterior** drena la región del cuero cabelludo posterior a la oreja y desemboca en una tributaria de la vena retromandibular.
- La **vena occipital** drena la zona posterior del cuero cabelludo desde la protuberancia occipital externa y las líneas nucales superiores hasta el vértex de la cabeza. A nivel más profundo, atraviesa la musculatura posterior del cuello para contribuir a la formación del plexo venoso del triángulo suboccipital.

Drenaje linfático

El drenaje linfático del cuero cabelludo suele seguir el patrón de distribución arterial.

Los linfáticos de la región occipital inicialmente drenan en los nódulos occipitales, próximos a la inserción del músculo trapecio en la base del cráneo (fig. 8.69). En dirección más distal, los nódulos occipitales drenan en los nódulos cervicales profundos superiores. También existe un drenaje directo desde esta zona del cuero cabelludo hasta los nódulos cervicales profundos superiores.

Los linfáticos de la región superior del cuero cabelludo drenan en dos direcciones:

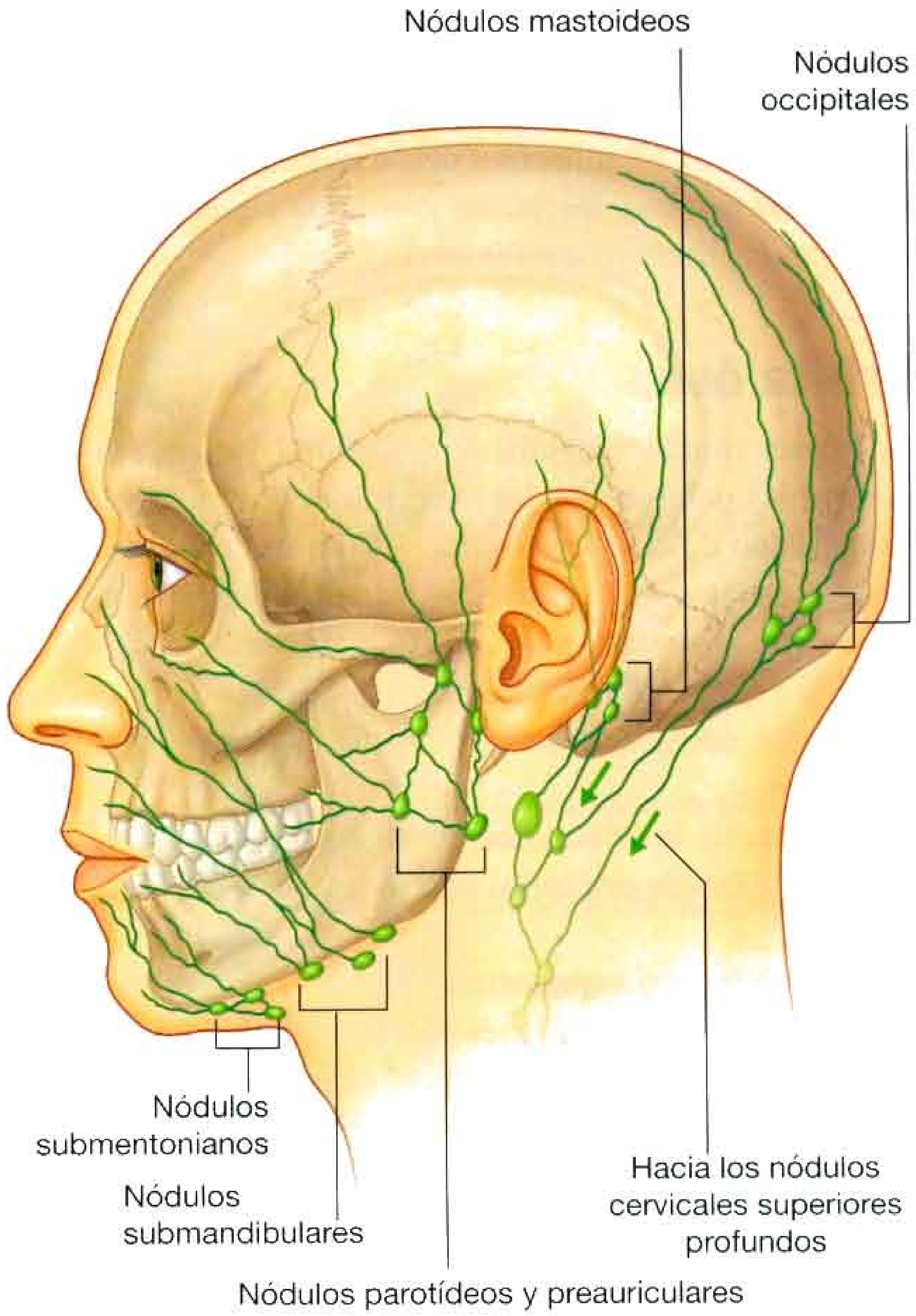


Fig. 8.69 Drenaje linfático del cuero cabelludo.

- Los linfáticos posteriores al vértex de la cabeza drenan en los **nódulos mastoideos** (nódulos auriculares posteriores/retroauriculares) que se encuentran posteriores a la oreja, cerca de la apófisis mastoides del hueso temporal. Los vasos eferentes de estos nódulos drenan en los nódulos cervicales profundos superiores.
- Los linfáticos anteriores al vértex de la cabeza drenan por delante de la oreja, en los nódulos parotídeos y preauriculares de la superficie de la glándula parótida.

Por último, pueden existir vías de drenaje linfático desde la frente hasta los nódulos submandibulares a través de vasos eferentes que siguen la arteria facial.

ÓRBITA

Las órbitas son estructuras bilaterales situadas en la mitad superior de la cara, por debajo de la fosa craneal anterior y anteriores a la fosa craneal media. Contienen el globo ocular, el nervio óptico, los músculos extraoculares, el aparato lagrimal, tejido adiposo, fascia, así como los vasos y los nervios que irrigan e inervan a estas estructuras.

Órbita ósea

Los huesos maxilar, cigomático, frontal, etmoides, lagrimal, esfenoides y palatino son los siete huesos que participan en la composición de cada órbita (fig. 8.70). En conjunto, confieren a la órbita ósea la forma de una pirámide con una base amplia que se abre anteriormente en la cara y un vértice que se dirige en dirección posteromedial. El resto de la pirámide está constituido por sus paredes medial, lateral, superior e inferior.

El vértice de la órbita ósea piramidal es el agujero óptico y la base (el reborde orbitario) está formado por:

- El hueso frontal superiormente.
- La apófisis frontal del hueso maxilar medialmente.
- La apófisis cigomática del hueso maxilar y el hueso cigomático inferiormente.
- El hueso cigomático, la apófisis frontal del hueso cigomático y la apófisis cigomática del hueso frontal lateralmente.

Techo

El **techo (pared superior)** de la órbita ósea está compuesto por la porción orbitaria del hueso frontal y una pequeña contribución del hueso esfenoides (fig. 8.70). Esta delgada lámina ósea separa los contenidos orbitarios del cerebro de la fosa craneal anterior.

Entre las características propias de esta pared superior se incluyen:

- En su zona anteromedial, la posible protrusión de parte del seno frontal y de la fosita troclear, donde se inserta la polea a través de la cual se refleja el músculo oblicuo superior.
- En su zona anterolateral, se observa una depresión (la fosa lagrimal) para la porción orbitaria de la glándula lagrimal.

El techo se completa posteriormente por el ala menor del hueso esfenoides.

Pared medial

Las **paredes mediales** de las órbitas óseas son paralelas entre sí y están formadas por cuatro huesos: el maxilar, el lagrimal, el etmoides y el esfenoides (fig. 8.70).

La mayor parte de la pared orbitaria medial depende del hueso etmoides, que en esta región se caracteriza por la presencia de las celdillas etmoidales, visibles claramente en un cráneo óseo.

En la unión entre el techo de la órbita y su pared medial, se observan los **agujeros etmoidales anterior y posterior**, localizados generalmente en la sutura frontoetmoidal. A través de estos orificios los vasos y los nervios etmoidales anteriores y posteriores abandonan la órbita.

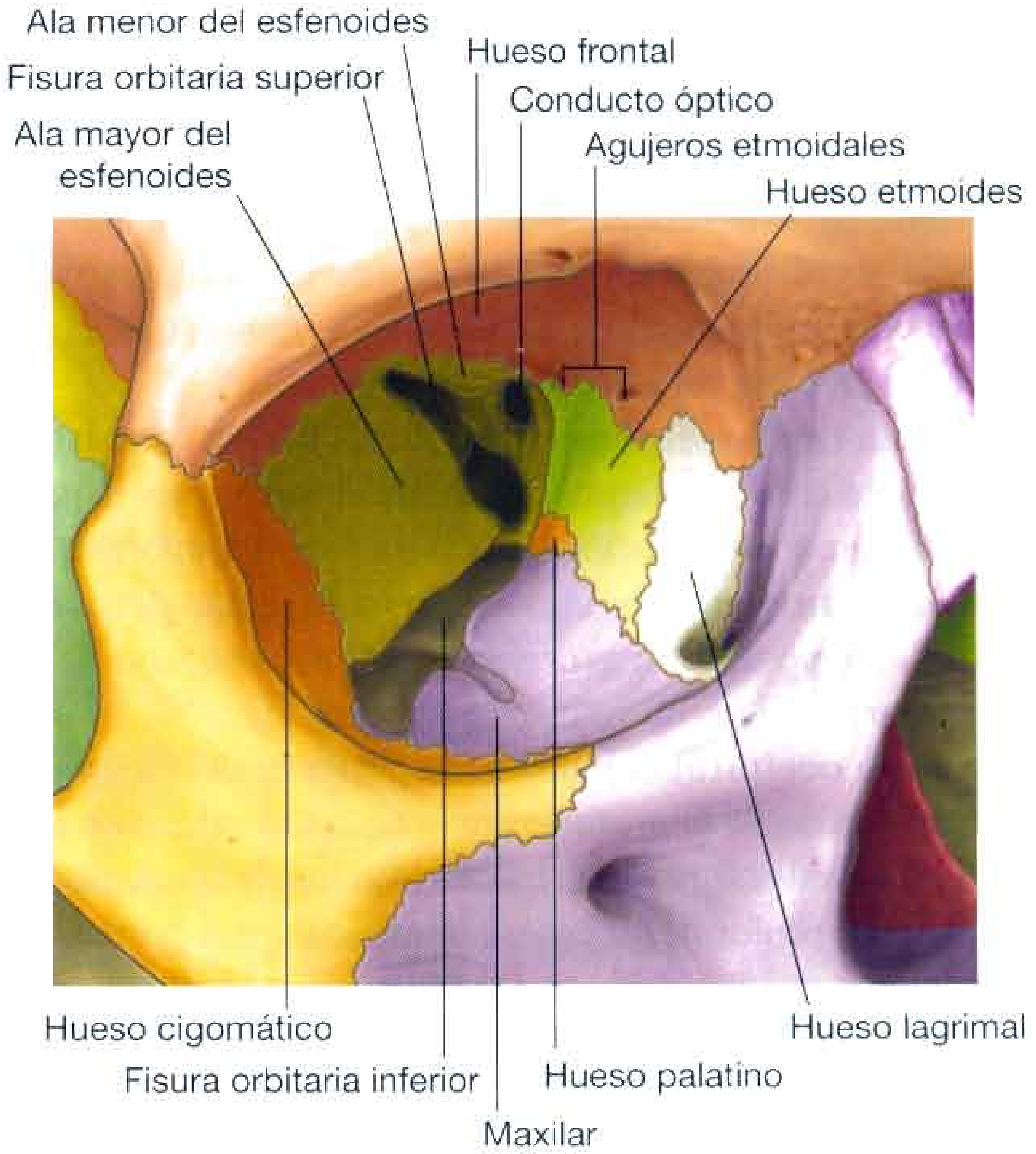


Fig. 8.70 Huesos de la órbita.

Anterior al hueso etmoides se encuentra el pequeño hueso lagrimal. La porción más anterior de la pared orbitaria medial se completa con la apófisis frontal del hueso maxilar. Estos dos huesos participan en la formación del **surco lagrimal**, que aloja al saco lagrimal y se encuentra limitado por la **cresta lagrimal posterior** (en el hueso lagrimal) y la **cresta lagrimal anterior** (en el hueso maxilar).

En la composición de la pared orbitaria medial posterior al hueso etmoidal participa una pequeña porción del hueso esfenoides, que contribuye en parte a la formación de la pared medial del conducto óptico.

Suelo

El **suelo** de la órbita ósea **(pared inferior)** es a su vez el techo del seno maxilar. En su formación participa mayoritariamente la superficie orbitaria del maxilar (fig. 8.70) y en menor medida los huesos cigomático y palatino.

La fisura orbitaria inferior comienza posteriormente y continúa en el límite lateral del suelo de la órbita. El hueso cigomático completa el suelo orbitario por delante de la fisura orbitaria inferior.

En su región posterior, la apófisis orbitaria del hueso palatino hace una pequeña contribución al suelo orbitario, cerca de la unión entre los huesos esfenoides, etmoides y maxilar.

Pared lateral

La **pared lateral** de la órbita ósea está integrada anteriormente por el hueso cigomático y posteriormente por el ala mayor del hueso esfenoides (fig. 8.70).

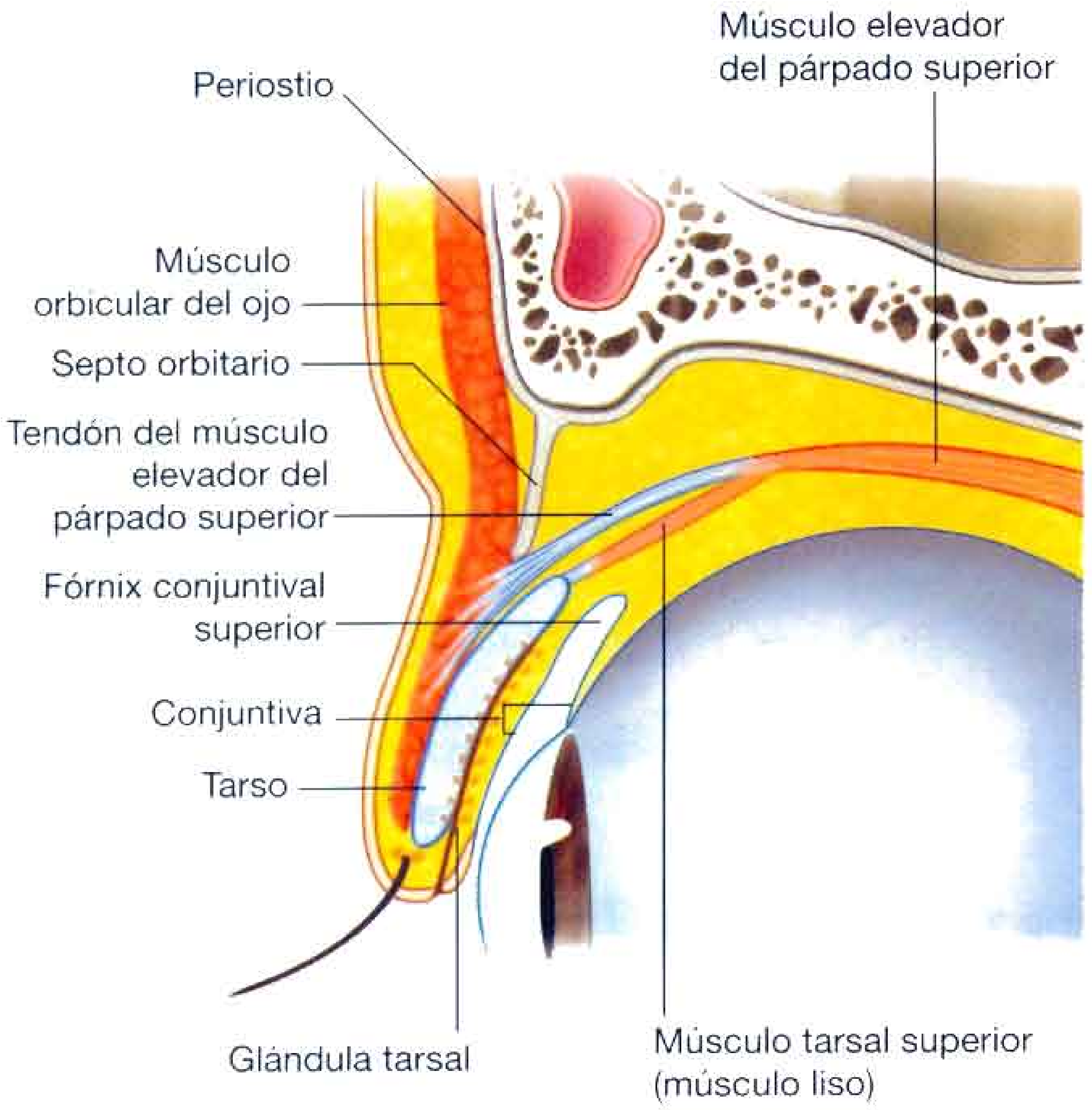


Fig. 8.71 Párpados.

Párpados

Los párpados superiores e inferiores son estructuras de disposición anterior cuyo cierre sirve de protección de la superficie del globo ocular.

La **hendidura palpebral** es el espacio existente entre los párpados cuando éstos se encuentran abiertos.

Los párpados se componen de varias capas, distinguiéndose en dirección anteroposterior la piel, el tejido celular subcutáneo, la capa de músculo voluntario, el septo orbitario, el tarso y la conjuntiva (fig. 8.71).

La estructura del párpado superior e inferior es similar, excepto por la presencia de dos músculos adicionales en el párpado superior.

Piel y tejido celular subcutáneo

La piel de los párpados es fina y la capa de tejido celular subcutáneo que separa la piel de la capa de músculo voluntario también es delgada (fig. 8.71). *La presencia de esta delgada capa de tejido conjuntivo y la laxitud de sus uniones con el resto de las estructuras palpebrales explica la acumulación de fluidos (sangre) tras un traumatismo.*

Músculo orbicular del ojo

En una dirección anteroposterior, la siguiente capa palpebral se compone de las fibras musculares pertenecientes a la **porción palpebral** del **músculo orbicular del ojo** (fig. 8.71). El músculo orbicular del ojo consta de dos porciones: la **porción orbitaria,** que rodea a la órbita, y la porción palpebral, que se localiza en los párpados (fig. 8.72). El músculo orbicular del ojo recibe su inervación del nervio facial [VII] y su acción consiste en el cierre palpebral.

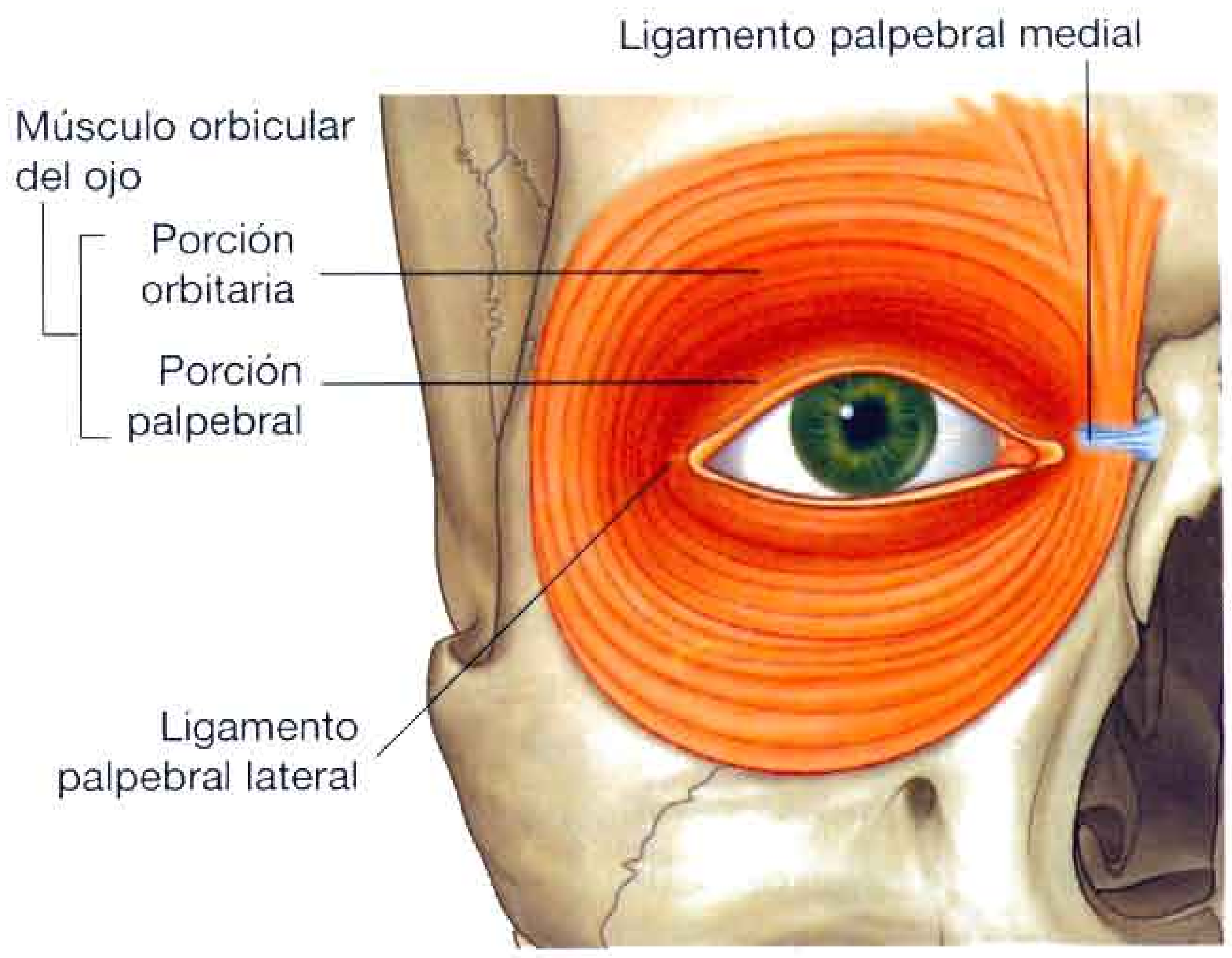


Fig. 8.72 Músculo orbicular del ojo.

La porción palpebral es delgada y se inserta en su región interna a la cresta lagrimal anterior, mediante el **ligamento palpebral medial.** Lateralmente se une a las fibras musculares del párpado inferior en el **ligamento palpebral lateral.**

Una tercera parte del músculo orbicular de los párpados que puede ser identificado son las fibras del borde interno, cuya región profunda se inserta en la cresta lagrimal posterior. Estas fibras forman la porción lagrimal del músculo orbicular del ojo, que participa en el sistema de drenaje de las lágrimas.

Septo orbitario

Profundo a la porción palpebral del músculo orbicular del ojo, tanto en el párpado superior como en el inferior, se encuentra el **septo orbitario,** una capa de periostio que se extiende a partir del reborde orbitario (fig. 8.71). El septo orbitario se extiende hacia abajo hasta el párpado superior y hacia arriba hasta el párpado inferior y se continúa con el periostio externo e interno de la órbita (fig. 8.73). En el párpado superior el septo orbitario se inserta en el tendón del músculo elevador del párpado superior, mientras que en el párpado inferior se inserta en el tarso.

Tarsos y músculo elevador del párpado superior

Los tarsos son las principales estructuras de sostén palpebral (fig. 8.71). Hay un **tarso superior** mayor en el párpado superior y un **tarso inferior** más pequeño en el párpado inferior (fig. 8.74). El extremo medial de estas placas de tejido conjuntivo denso se inserta en la cresta lagrimal anterior del hueso maxilar por medio del ligamento palpebral medial, mientras que lateralmente se inserta en el tubérculo orbitario del hueso cigomático por medio del ligamento palpebral lateral.

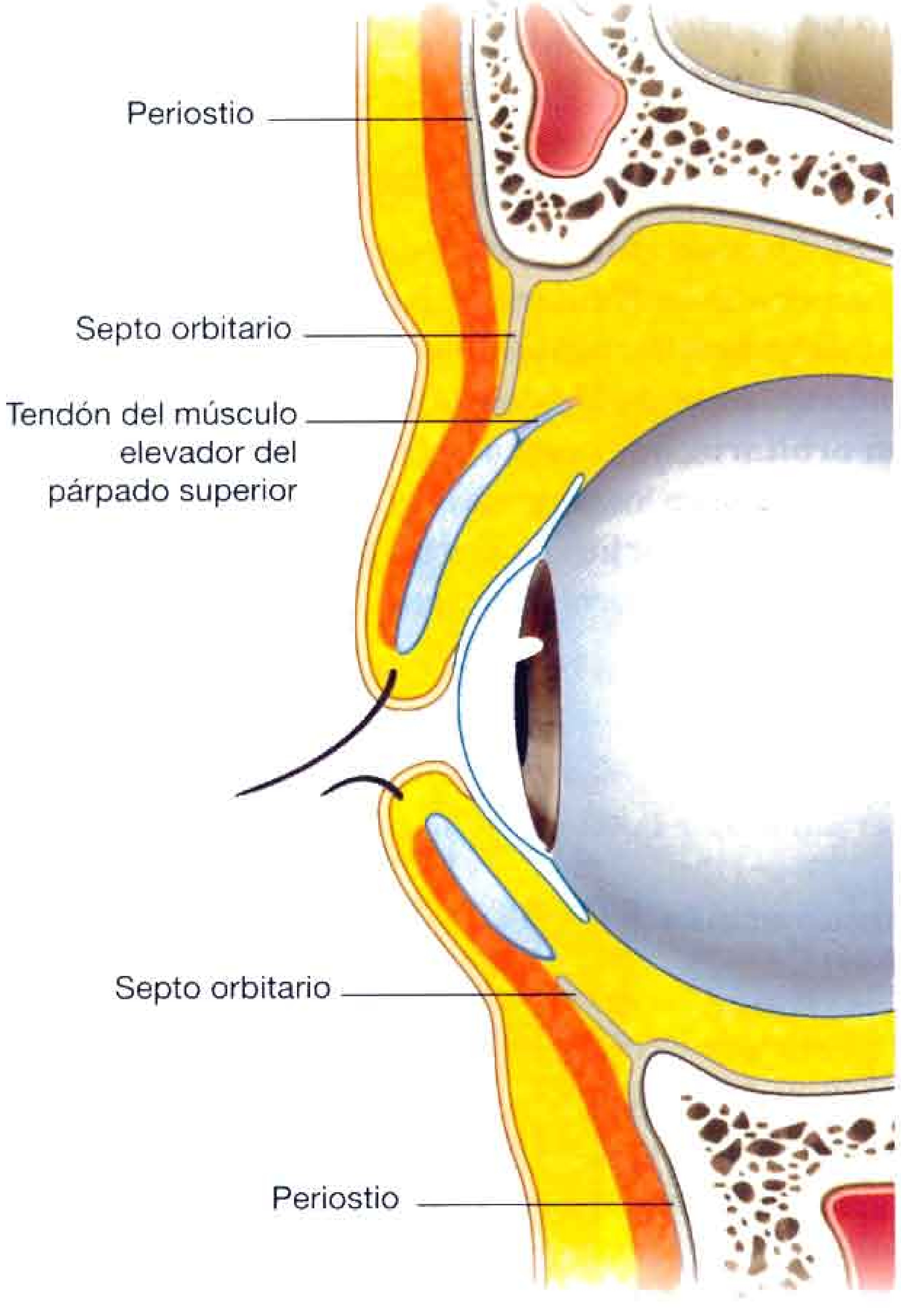


Fig. 8.73 Septo orbitario.

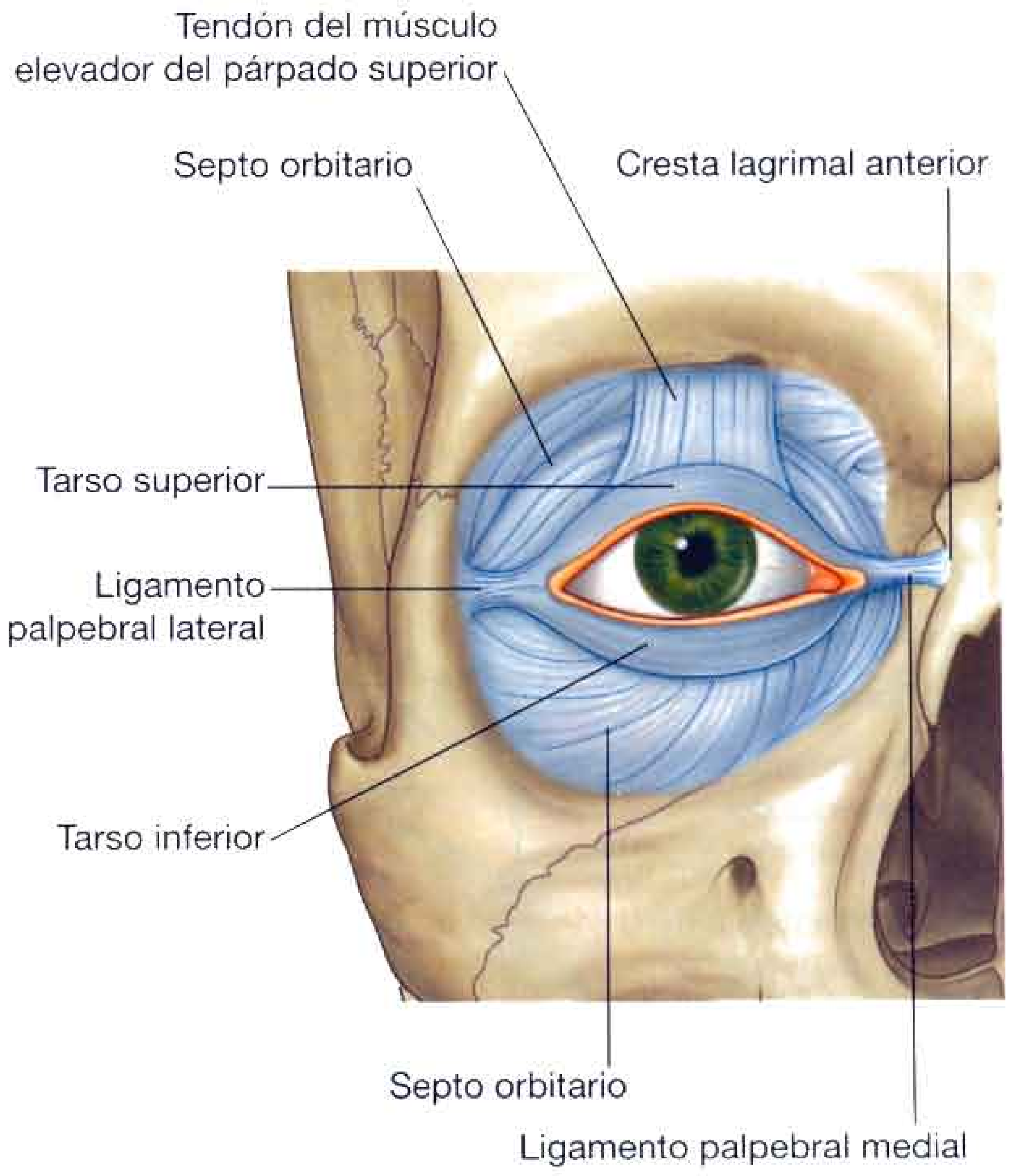


Fig. 8.74 Tarsos.

En el espesor de las placas tarsales se encuentran las glándulas tarsales, que drenan su secreción al borde libre de cada párpado. Se trata de glándulas sebáceas modificadas que secretan una sustancia oleaginosa que aumenta la viscosidad de las lágrimas y contribuye a reducir la tasa de evaporación de las lágrimas de la superficie del globo ocular.

La estructura y la función de los tarsos son similares tanto en el párpado superior como en el inferior, sin embargo, entre los mismos existe una diferencia importante. Asociado con el tarso en el párpado superior se encuentra el músculo **elevador del párpado superior** (fig. 8.74), encargado de la elevación del párpado superior. El músculo elevador del párpado superior se origina en la porción posterior del techo de la órbita, inmediatamente superior al agujero óptico, y se inserta en su mayor parte en la superficie anterior del tarso superior, mientras que algunas fibras lo hacen en la piel del párpado superior. Se encuentra inervado por el nervio oculomotor [III].

Junto al músculo elevador del párpado superior existe un grupo de fibras de músculo liso que se dirigen desde la superficie inferior del músculo elevador hasta el borde superior del tarso superior (fig. 8.71). Se trata del **músculo tarsal superior**, inervado por fibras simpáticas posganglionares del ganglio cervical superior.

El déficit funcional del músculo elevador del párpado superior o del músculo tarsal superior resulta en la ptosis o caída del párpado superior.

Conjuntiva

La estructura del párpado se completa por una membrana delgada (la **conjuntiva**) que cubre la superficie posterior de cada párpado (fig. 8.71). Esta membrana tapiza por completo la superficie posterior de cada párpado antes de reflejarse sobre la superficie externa **(esclera)** del globo ocular. Se inserta en el globo ocular en la unión entre la esclera y la córnea. Durante la oclusión palpebral se crea un **saco conjuntival**, cuyas prolongaciones superiores e inferiores se denominan **fórnix conjuntivales superior** e **inferior** (fig. 8.71).

Glándulas

Las glándulas tarsales no son las únicas glándulas asociadas con los párpados. Los folículos de las pestañas se asocian con glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas. *La obstrucción y la inflamación de cualquiera de estas glándulas resultan en la formación de un* **orzuelo** *sobre el borde libre palpebral. La obstrucción y la inflamación de una glándula tarsal resultan en la formación de un* **chalazión,** *localizado en la superficie palpebral interna.*

Vasos

La irrigación palpebral proviene de las numerosas arterias locales, entre las que se incluyen:

- Las arterias supratroclear, supraorbitaria, lagrimal y del dorsal de la nariz, ramas de la arteria oftálmica.
- La arteria angular, rama de la arteria facial.
- La arteria transversa de la cara, rama de la arteria temporal superficial.
- Ramas de la arteria temporal superficial (fig. 8.75).

El drenaje venoso se realiza a través de un sistema externo formado por las venas asociadas a las arterias mencionadas y un sistema interno en dirección hacia la órbita por medio de conexiones con las venas oftálmicas.

El drenaje linfático se realiza principalmente hacia los nódulos parotídeos. El ángulo interno del ojo puede drenar en los nódulos submandibulares por medio de los vasos linfáticos asociados con las arterias facial y angular.

Inervación

La inervación palpebral consta de elementos motores y sensitivos.

Todos los nervios sensitivos son ramas del nervio trigémino [V]. Las ramas palpebrales se originan de:

- Los nervios supraorbitario, supratroclear, infratroclear y lagrimal, ramas del nervio oftálmico [V_1].
- La rama infraorbitaria del nervio maxilar [V_2] (fig. 8.76).

La inervación motora proviene de:

- El nervio facial [VII], que inerva la porción palpebral del músculo orbicular del ojo.
- El nervio oculomotor [III], que inerva el músculo elevador del párpado superior.
- Las fibras simpáticas, que inervan el músculo tarsal superior.

Las lesiones del nervio facial [VII] que afectan la inervación del músculo orbicular del ojo se traducen en la incapacidad del cierre forzado de los párpados y en la eversión del párpado inferior, que se acompaña de lagrimeo.

La pérdida de la inervación del músculo elevador del párpado superior por el nervio oculomotor se traduce en la incapacidad de elevar voluntariamente el párpado superior, lo que produce una ptosis completa.

El déficit inervacional del músculo tarsal superior por las fibras simpáticas produce una ptosis parcial continua.

Aparato lagrimal

El aparato lagrimal es el responsable de la producción, la circulación y el drenaje de la secreción lagrimal de la superficie del globo ocular. Está compuesto por la **glándula lagrimal** y sus conductos, los **canalículos lagrimales**, el **saco lagrimal** y el **conducto nasolagrimal**.

La glándula lagrimal se localiza en la parte anterior de la región orbitaria superolateral (fig. 8.77) y está dividida en dos porciones por el músculo elevador del párpado superior (fig. 8.78):

- La **porción orbitaria** es la de mayor tamaño y se localiza en la fosa lagrimal, una depresión del hueso frontal.
- La **porción palpebral**, más pequeña, es inferior al músculo elevador del párpado superior y se sitúa en la porción superolateral del globo ocular.

Las secreciones glandulares se drenan a través de numerosos conductos hacia la región lateral del fórnix conjuntival superior.

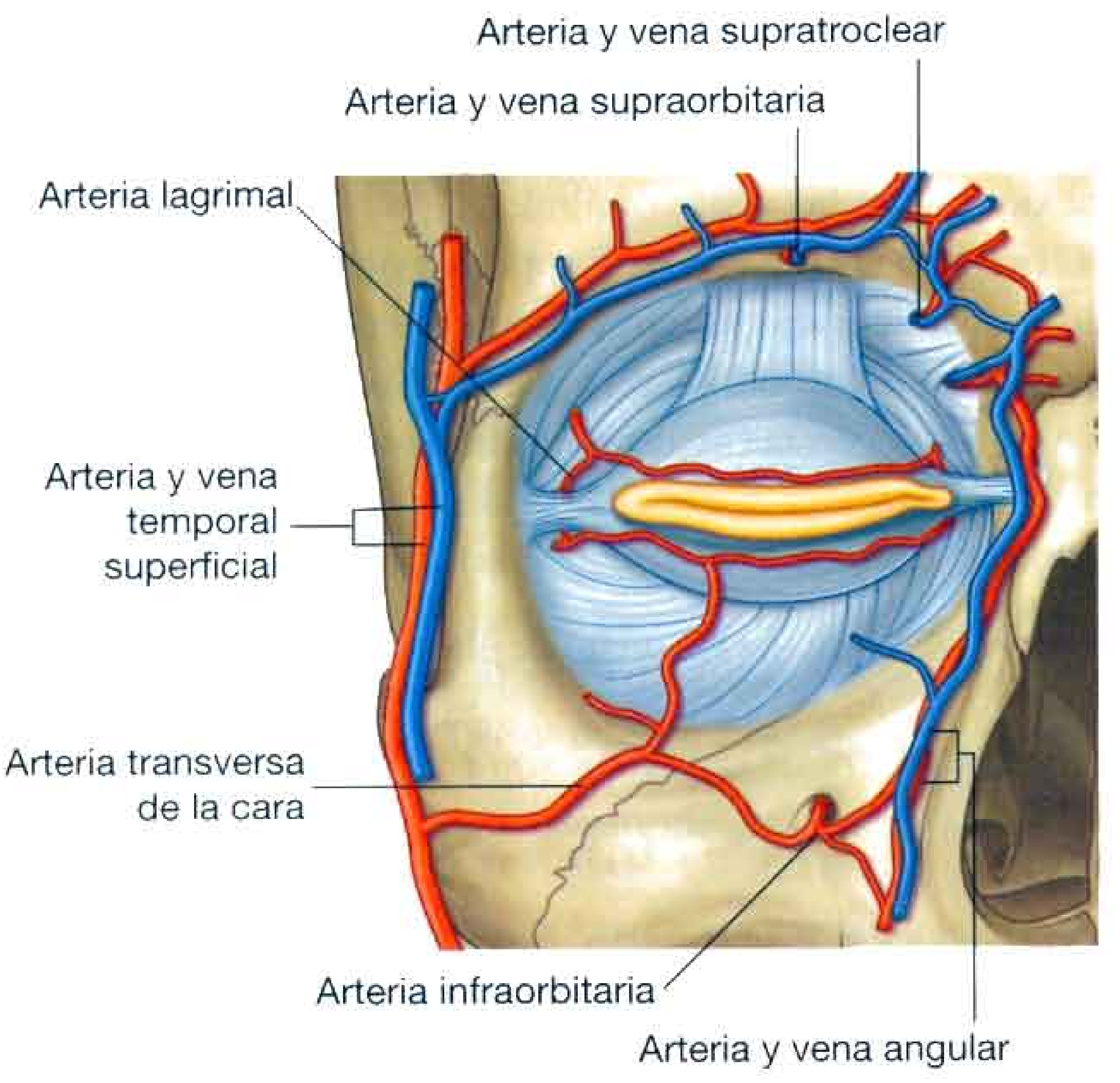


Fig. 8.75 Vascularización de los párpados.

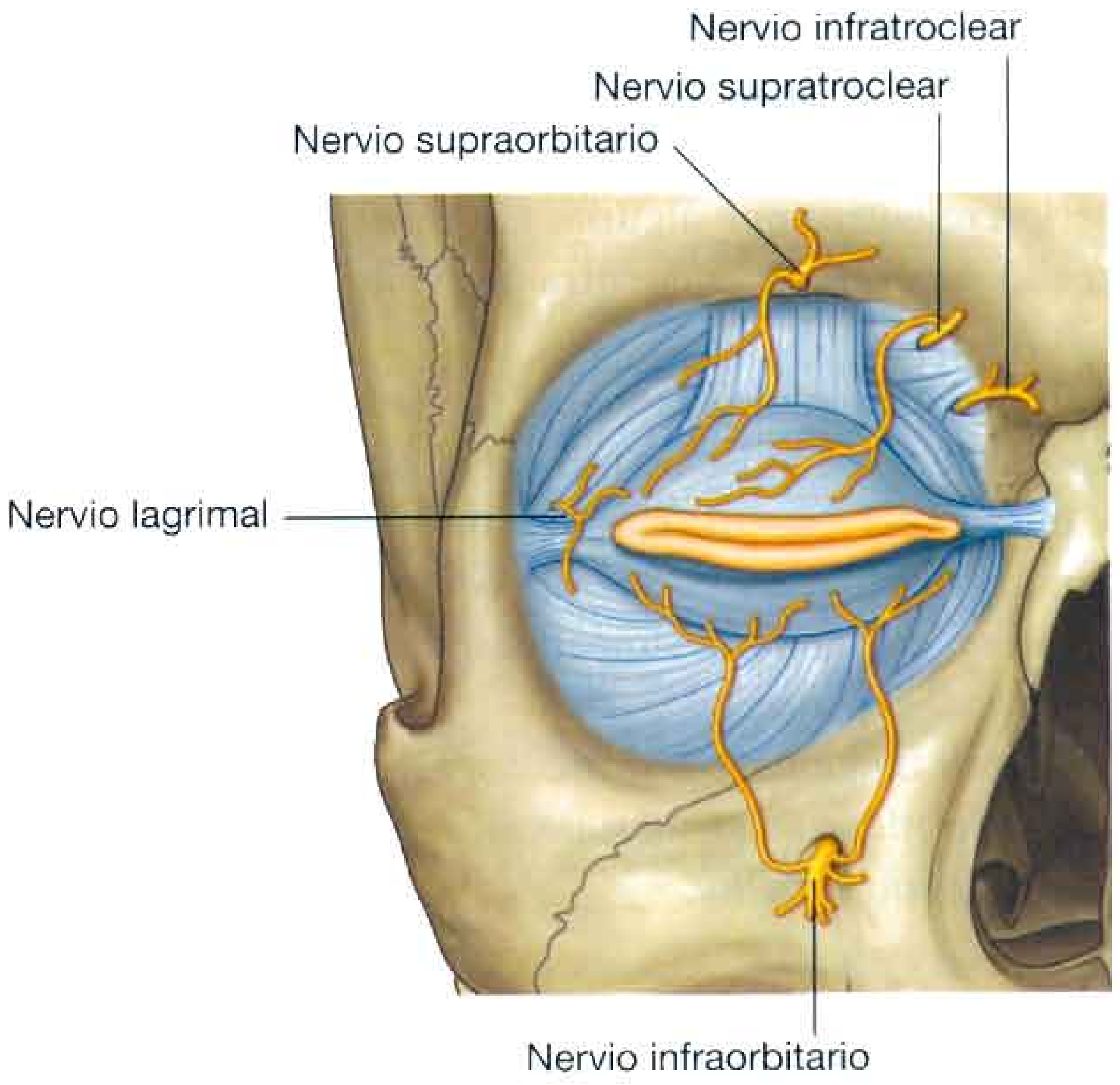


Fig. 8.76 Inervación de los párpados.

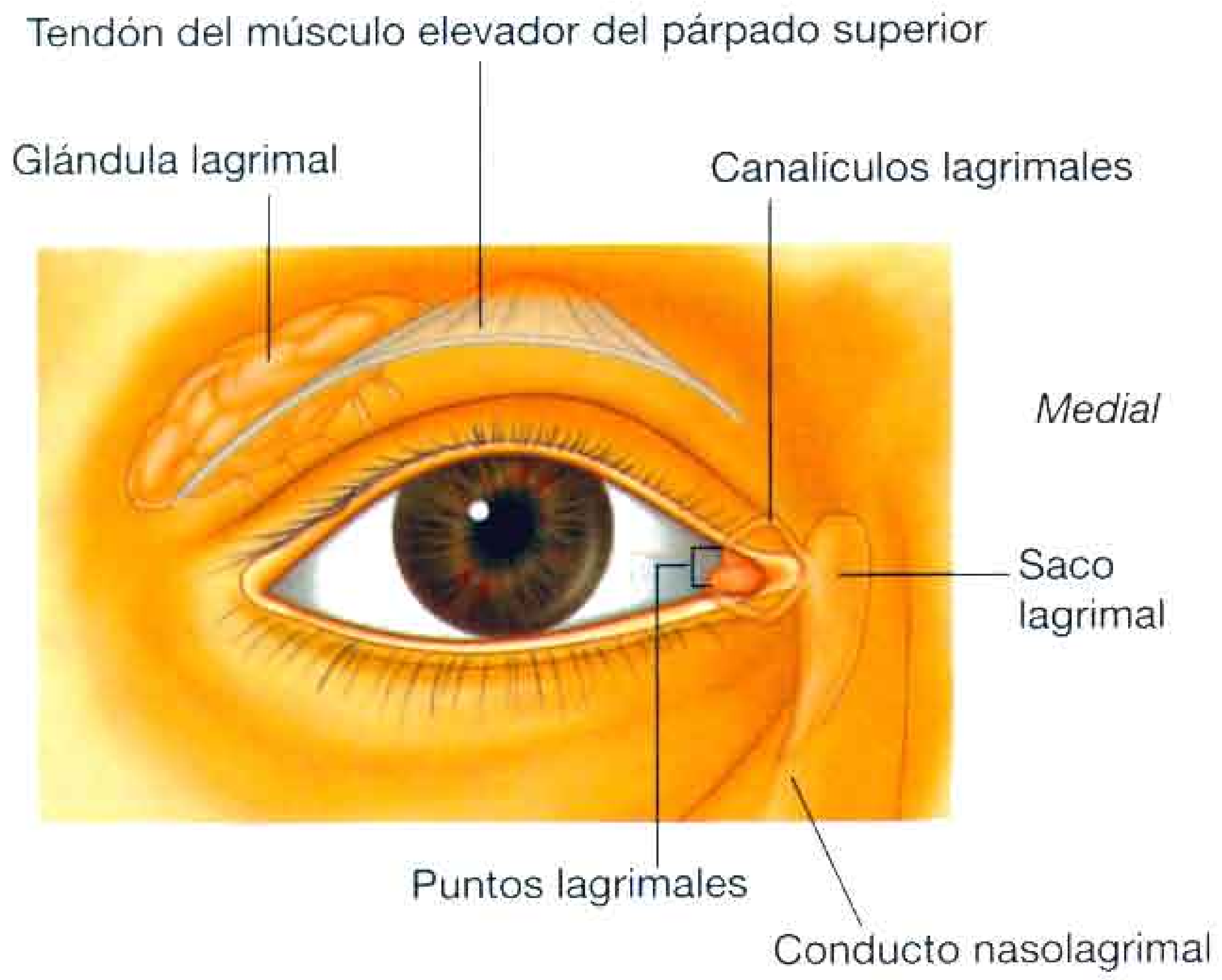


Fig. 8.77 Glándula lagrimal, visión anterior.

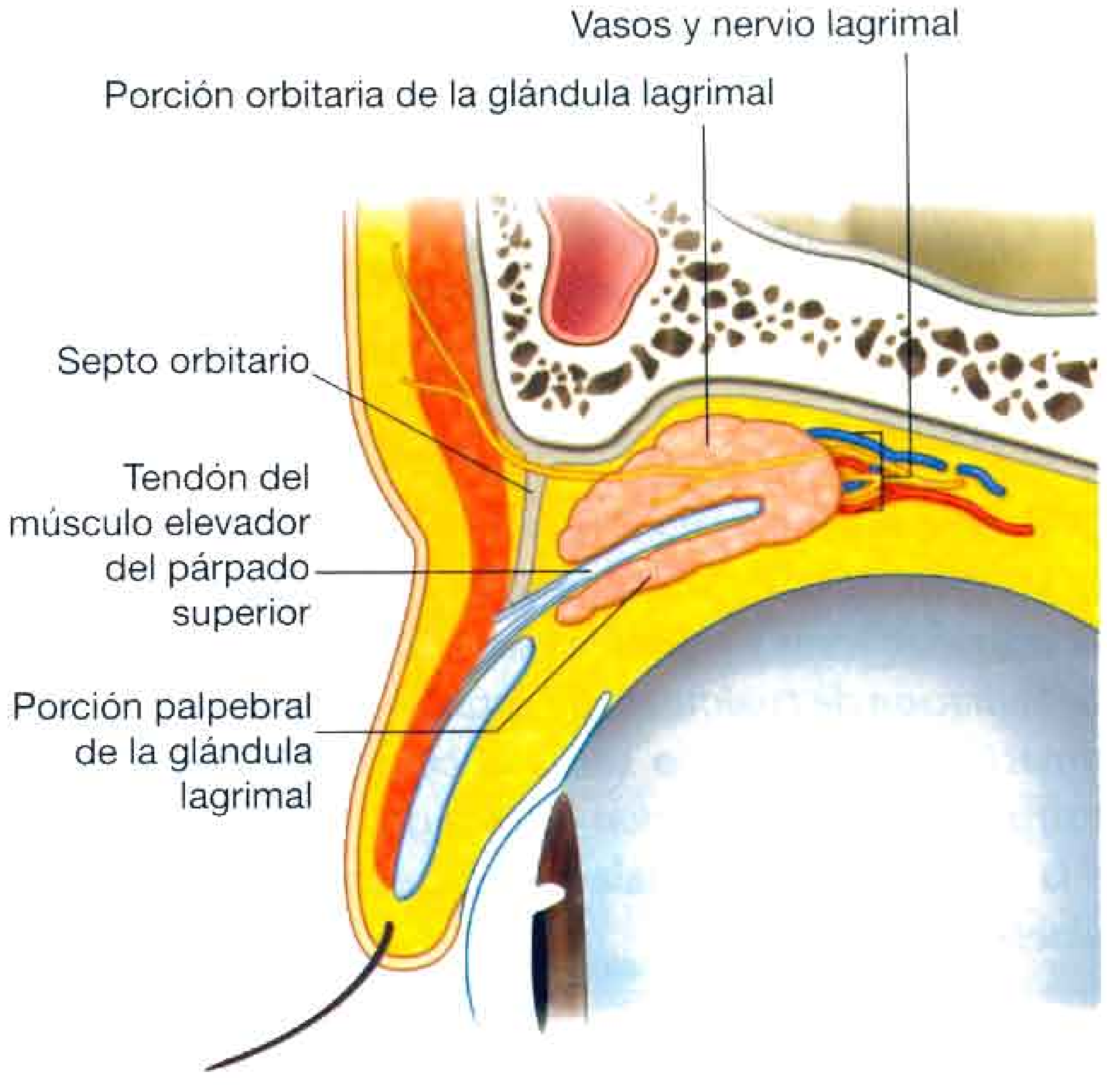


Fig. 8.78 Glándula lagrimal y músculo elevador del párpado superior.

La glándula lagrimal produce su secreción de modo continuo y es repartida por la superficie del globo ocular mediante el parpadeo.

La secreción lagrimal se acumula medialmente en el **lago lagrimal** y se drena de dicho lago por medio de cada uno de los canalículos lagrimales existentes en cada párpado (fig. 8.77). El **punto lagrimal** es la abertura a través de la cual penetra la secreción lagrimal en los canalículos lagrimales.

Los canalículos lagrimales se dirigen medialmente y se unen antes de desembocar en el saco lagrimal. El saco lagrimal se encuentra entre las crestas lagrimales anterior y posterior, por detrás del ligamento palpebral medial y anterior a la porción lagrimal del músculo orbicular del ojo (figs. 8.79 y 8.80). La contracción del músculo orbicular del ojo durante el «parpadeo» hace que la pequeña porción lagrimal de dicho músculo comprima el saco lagrimal, lo que se traduce en que el líquido acumulado en el mismo drene por el conducto nasolagrimal en el meato inferior de la cavidad nasal. La relajación del músculo orbicular se acompaña de la expansión del saco lagrimal y de la entrada al mismo de la secreción lagrimal proveniente del saco conjuntival a través de los canalículos lagrimales.

Inervación

La inervación de la glándula lagrimal posee tres componentes distintos (fig. 8.81):

Inervación sensitiva

Las neuronas sensitivas de la glándula lagrimal regresan al SNC a través de la rama lagrimal del nervio oftálmico [V_1].

Inervación secretomotora (parasimpática)

Las fibras secretomotoras de la fracción parasimpática de la división autónoma del SNP estimulan la secreción de la glándula lagrimal. Estas neuronas parasimpáticas preganglionares abandonan el SNC a través del nervio facial [VII], se dirigen por el nervio petroso mayor (una rama del nervio facial [VII]) y continúan con él hasta que se transforma en el **nervio del conducto pterigoideo** (fig. 8.81).

El nervio del conducto pterigoideo alcanza el ganglio pterigopalatino, donde las neuronas parasimpáticas preganglionares sinaptan con las neuronas parasimpáticas posganglionares. Las neuronas posganglionares alcanzan el nervio maxilar [V_2] y viajan en su interior hasta la ramificación del nervio cigomático, continúan con él hasta que se emite el nervio cigomaticotemporal, que al final distribuye las fibras parasimpáticas posganglionares en una pequeña rama que se une al nervio lagrimal. El nervio lagrimal, por último, se distribuye por la glándula lagrimal.

Inervación simpática

La inervación simpática de la glándula lagrimal sigue una ruta similar a la del sistema parasimpático. Las fibras simpáticas posganglionares, que se originan en el ganglio cervical superior, viajan con el plexo que rodea a la arteria carótida interna (fig 8.81) hasta que lo abandona a través del nervio petroso profundo, que termina uniéndose a las fibras parasimpáticas en el nervio del conducto pterigoideo. Tras introducirse en el ganglio pterigopalatino, las fibras simpáticas siguen el mismo recorrido que las fibras parasimpáticas para alcanzar la glándula lagrimal.

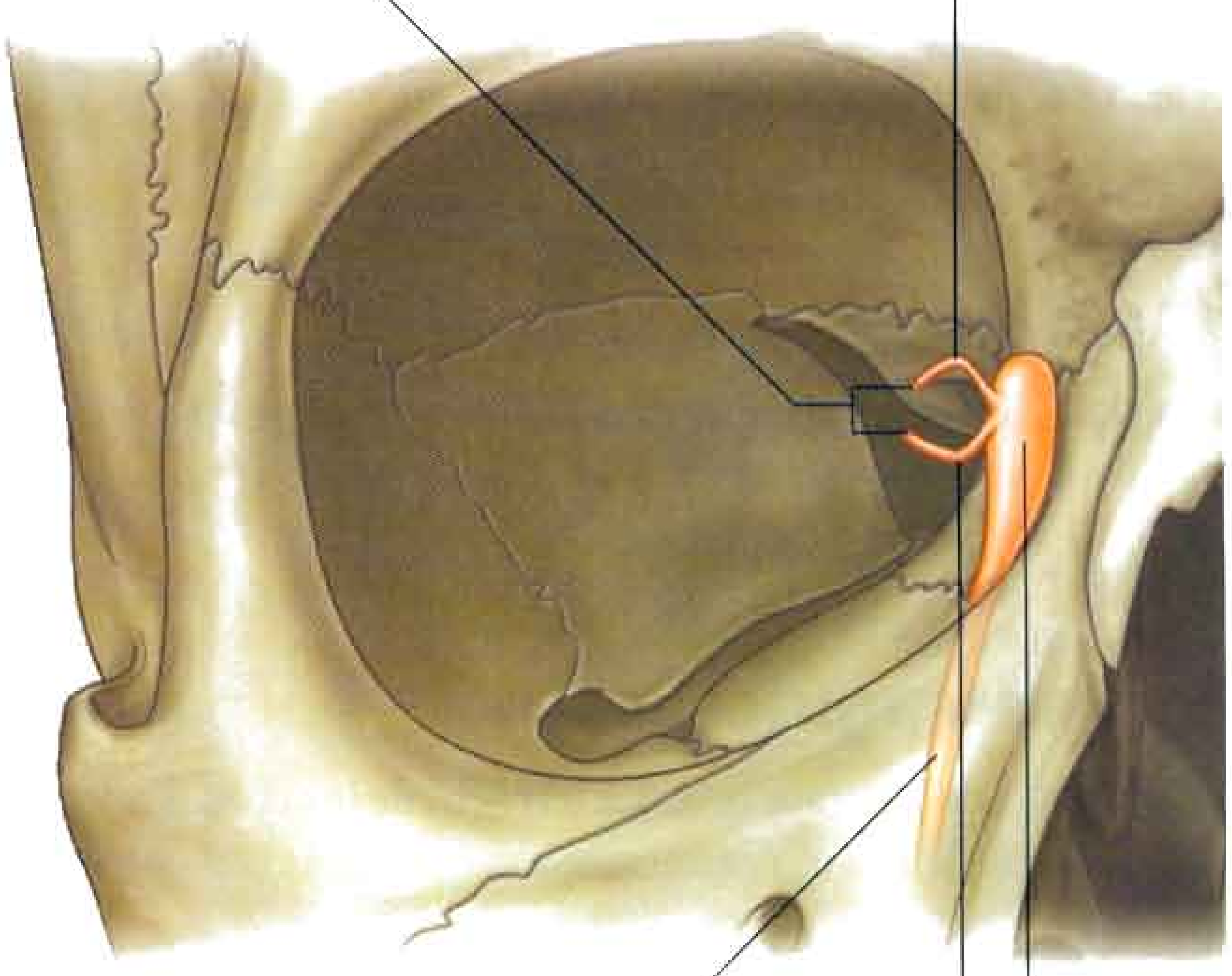


Fig. 8.79 Formación del saco lagrimal.

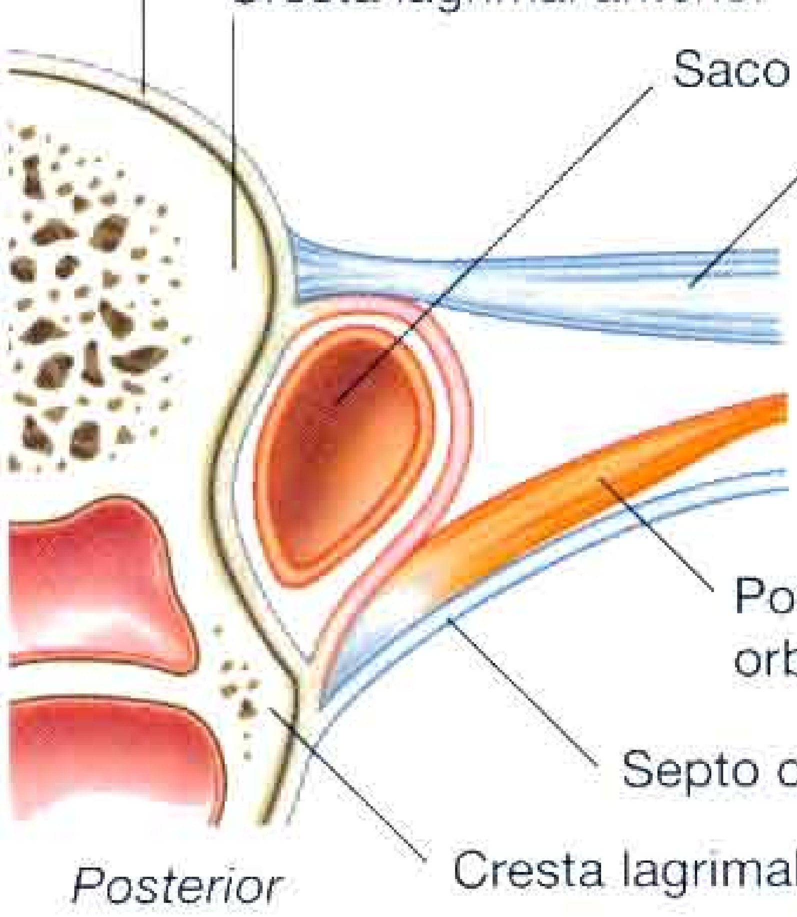


Fig. 8.80 Situación del saco lagrimal.

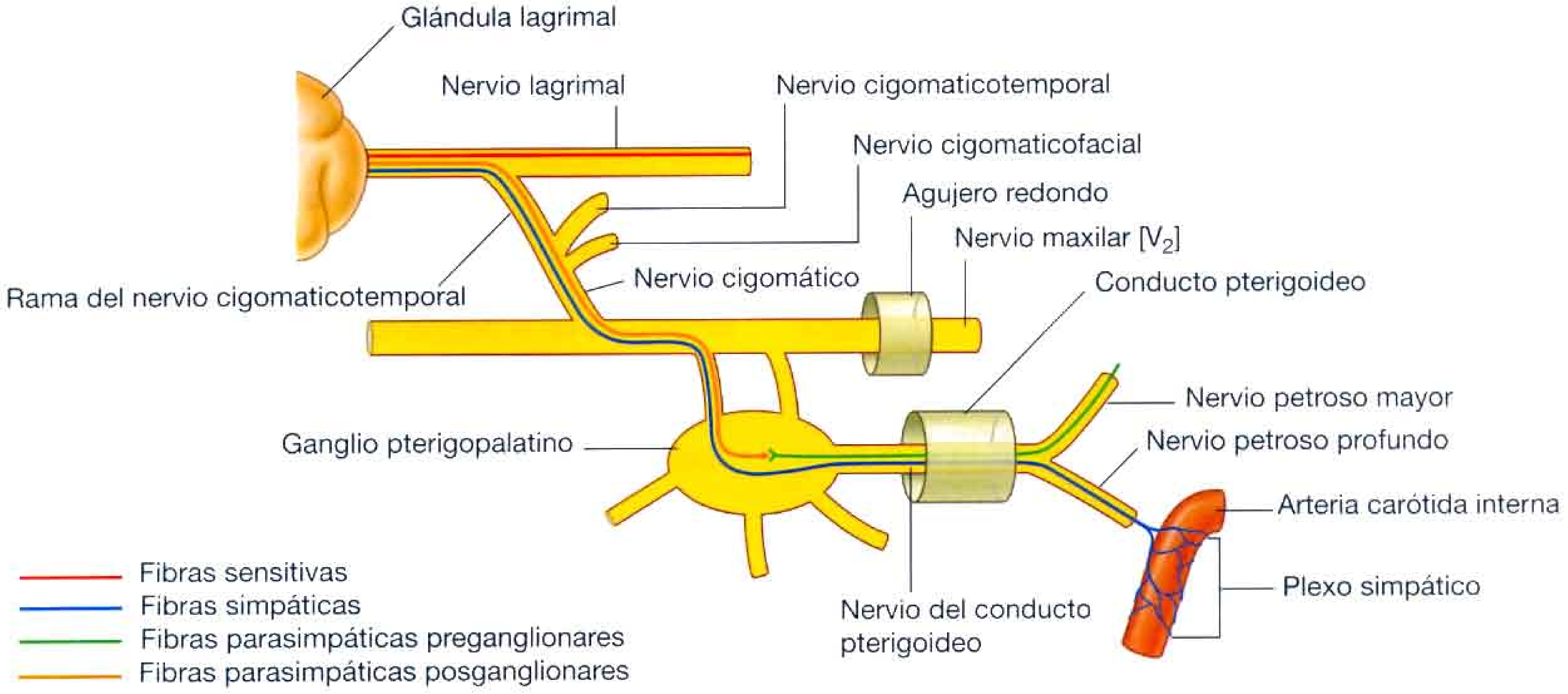


Fig. 8.81 Inervación de la glándula lagrimal.

Vasos

La irrigación arterial de la glándula lagrimal proviene de ramas de la arteria oftálmica y el drenaje venoso se realiza a través de las venas oftálmicas.

Fisuras y agujeros

La órbita posee diversos orificios a través de los cuales acceden y abandonan la misma numerosas estructuras (fig. 8.82).

Conducto óptico

El conducto óptico se observa en una visión anterolateral de la órbita ósea como la abertura redondeada presente en el vértice de la pirámide orbitaria. El conducto óptico alcanza la fosa craneal media, y se encuentra limitado por el cuerpo del esfenoides internamente y por el ala menor del esfenoides lateralmente. El nervio óptico y la arteria oftálmica discurren por el interior del conducto óptico (fig. 8.83).

Fisura orbitaria superior

Inmediatamente lateral al conducto óptico se localiza la fisura orbitaria superior, una hendidura triangular existente entre el techo y la pared lateral de la órbita ósea, que permite el paso de estructuras entre la órbita y la fosa craneal media (fig. 8.82).

A través de la fisura orbitaria superior pasan la rama superior y la inferior del nervio oculomotor [III], el nervio troclear [IV], el nervio abducens [VI], las ramas nasociliar, frontal y lagrimal del nervio oftálmico [V_1] y la vena oftálmica superior (fig. 8.83).

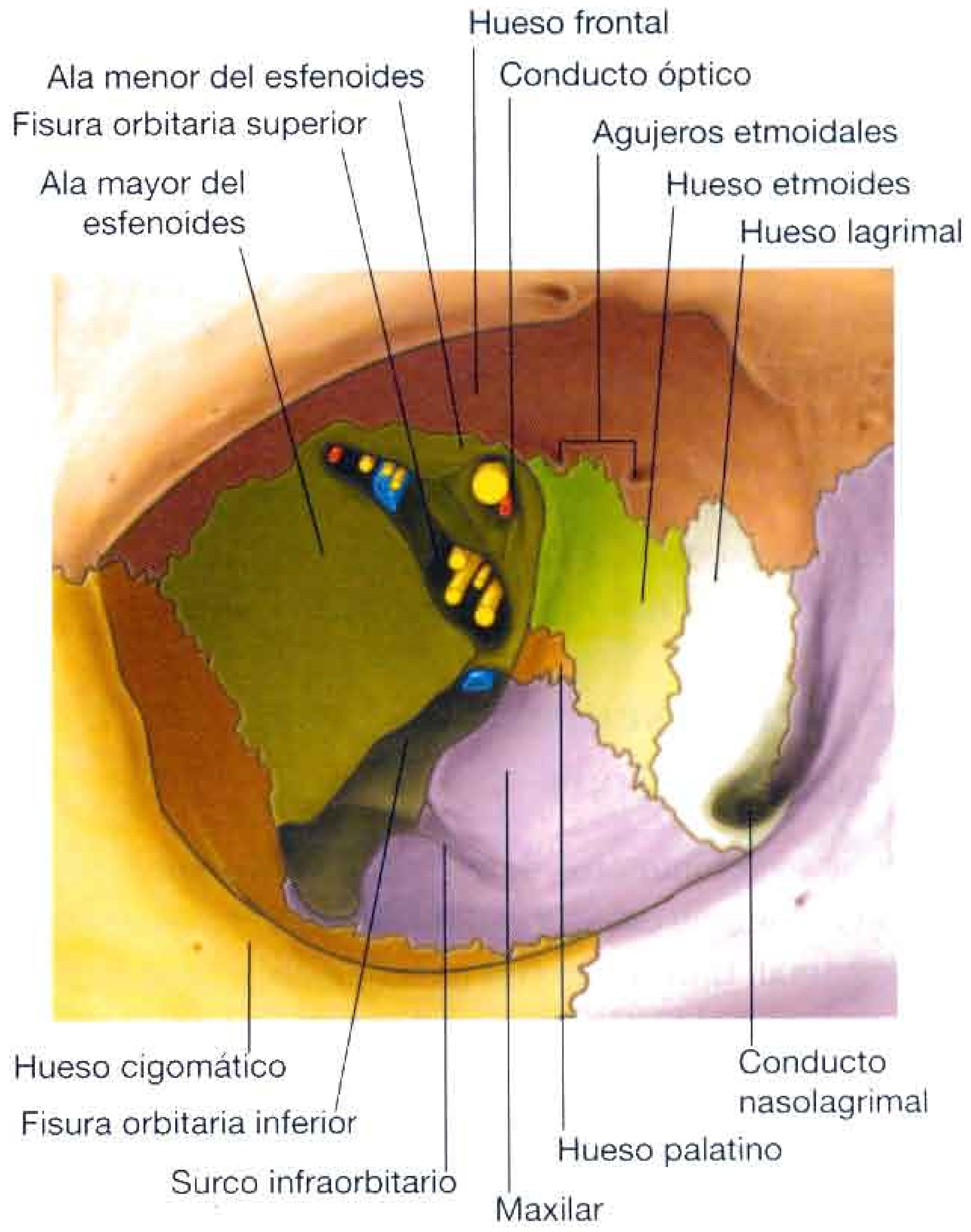


Fig. 8.82 Agujeros de la cavidad orbitaria.

Fisura orbitaria inferior

La fisura orbitaria inferior es la abertura longitudinal que separa la pared lateral de la órbita del suelo orbitario (fig. 8.82). Se encuentra limitada por el ala mayor del hueso esfenoides, el hueso maxilar, el hueso palatino y el hueso cigomático. Esta larga fisura permite la comunicación entre:

- La órbita y la fosa pterigopalatina posteriormente.
- La órbita y la fosa infratemporal en el medio.
- La órbita y la fosa temporal anteriormente.

A través de la fisura orbitaria inferior pasan el nervio maxilar [V_2] y su rama cigomática, los vasos infraorbitarios y una vena comunicante con el plexo venoso pterigoideo.

Agujero infraorbitario

El **surco infraorbitario** comienza posteriormente y discurre sobre cerca de dos tercios de la fisura orbitaria inferior, continuando anteriormente a través del suelo de la órbita (fig. 8.82). Este surco enlaza con el **conducto infraorbitario**, que se abre en la cara por medio del **agujero infraorbitario.**

El nervio infraorbitario, una rama del nervio maxilar [V_2] y sus vasos acompañantes alcanzan la región facial a través de este orificio.

Otros agujeros

En la pared medial de la órbita ósea se encuentran otros agujeros de menor tamaño (fig. 8.82).

Los **agujeros etmoidales anteriores** y **posteriores** se localizan en la unión entre la pared orbitaria medial y la superior. Los nervios y los vasos etmoidales anteriores y posteriores pasan de la órbita al hueso etmoides a través de estos orificios.

En la zona anteroinferior de la pared orbitaria medial se encuentra un canal o depresión formado por el hueso lagrimal y la apófisis frontal del hueso maxilar. En esta depresión se encuentra el saco lagrimal. Esta depresión se continúa con el canal nasolagrimal, que alcanza el meato nasal inferior. El canal nasolagrimal aloja el conducto nasolagrimal, una parte del sistema lagrimal.

Especializaciones de las fascias

Periórbita

Se denomina periórbita al periostio que reviste los huesos que conforman la órbita (fig. 8.84). En el reborde orbitario se continúa con el periostio de la superficie externa del cráneo y envía extensiones hacia los párpados superior e inferior (el **septo orbitario**).

En los numerosos orificios que comunican la órbita con la cavidad craneal, la periórbita se continúa con la capa perióstica de la duramadre. En la parte posterior de la órbita, la periórbita se hace más densa alrededor del conducto óptico y de la parte central de la fisura orbitaria superior. Esta condensación, conocida como **anillo tendinoso común**, es el punto de origen de los cuatro músculos rectos.

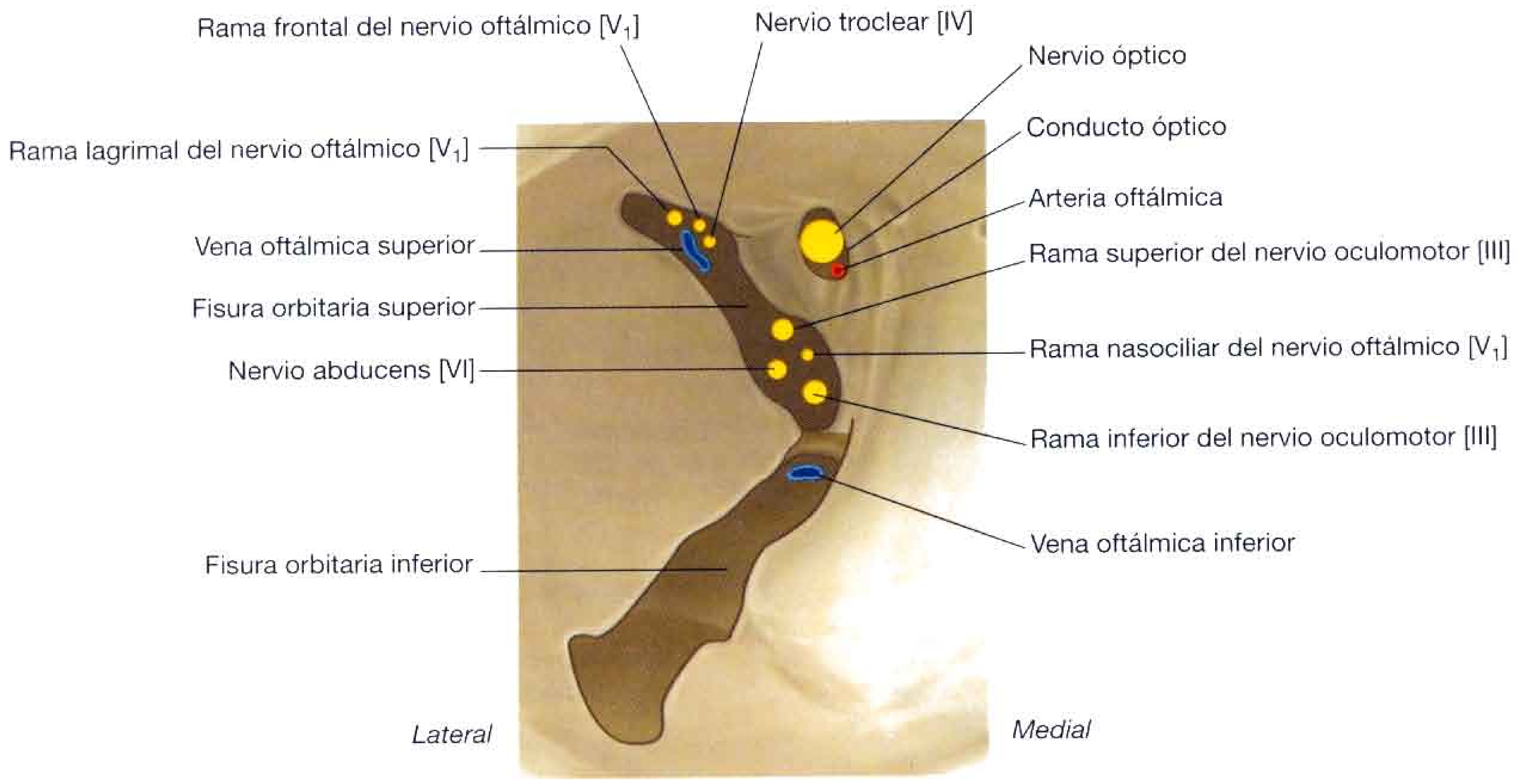


Fig. 8.83 Conducto óptico y fisura orbitaria superior.

Vaina ocular

La **vaina del globo ocular** (vaina bulbar) es una fascia que recubre gran parte del globo ocular (figs. 8.85 y 8.86):

- Posteriormente se halla firmemente unida a la esclera (la cubierta de color blanco del globo ocular) alrededor de la zona de entrada del nervio óptico al globo ocular.
- Anteriormente se encuentra unida con firmeza a la esclera cerca del límite con la córnea (la capa transparente del globo ocular).
- Además, a medida que los músculos se aproximan a su punto de inserción en el globo ocular, la fascia que rodea a cada uno de ellos se fusiona con la vaina ocular.

El **ligamento suspensorio** (figs. 8.85 y 8.86) es una porción especializada de la zona inferior de la vaina ocular que sirve de sostén del globo ocular. Esta estructura de soporte está compuesta por la vaina ocular y por elementos que dependen de los dos músculos oculares inferiores y de los músculos rectos medial y lateral.

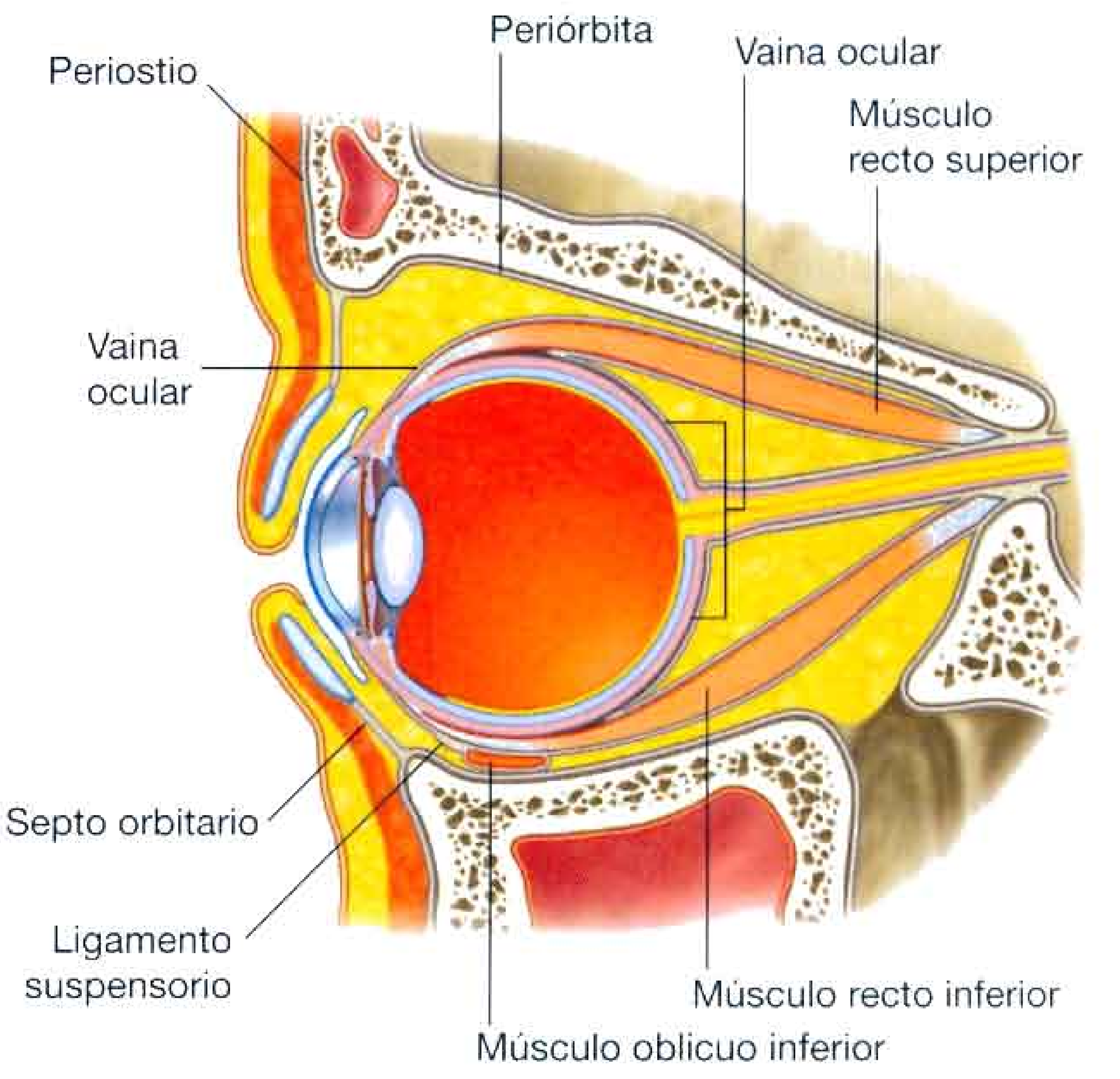


Fig. 8.85 Vainas del globo ocular.

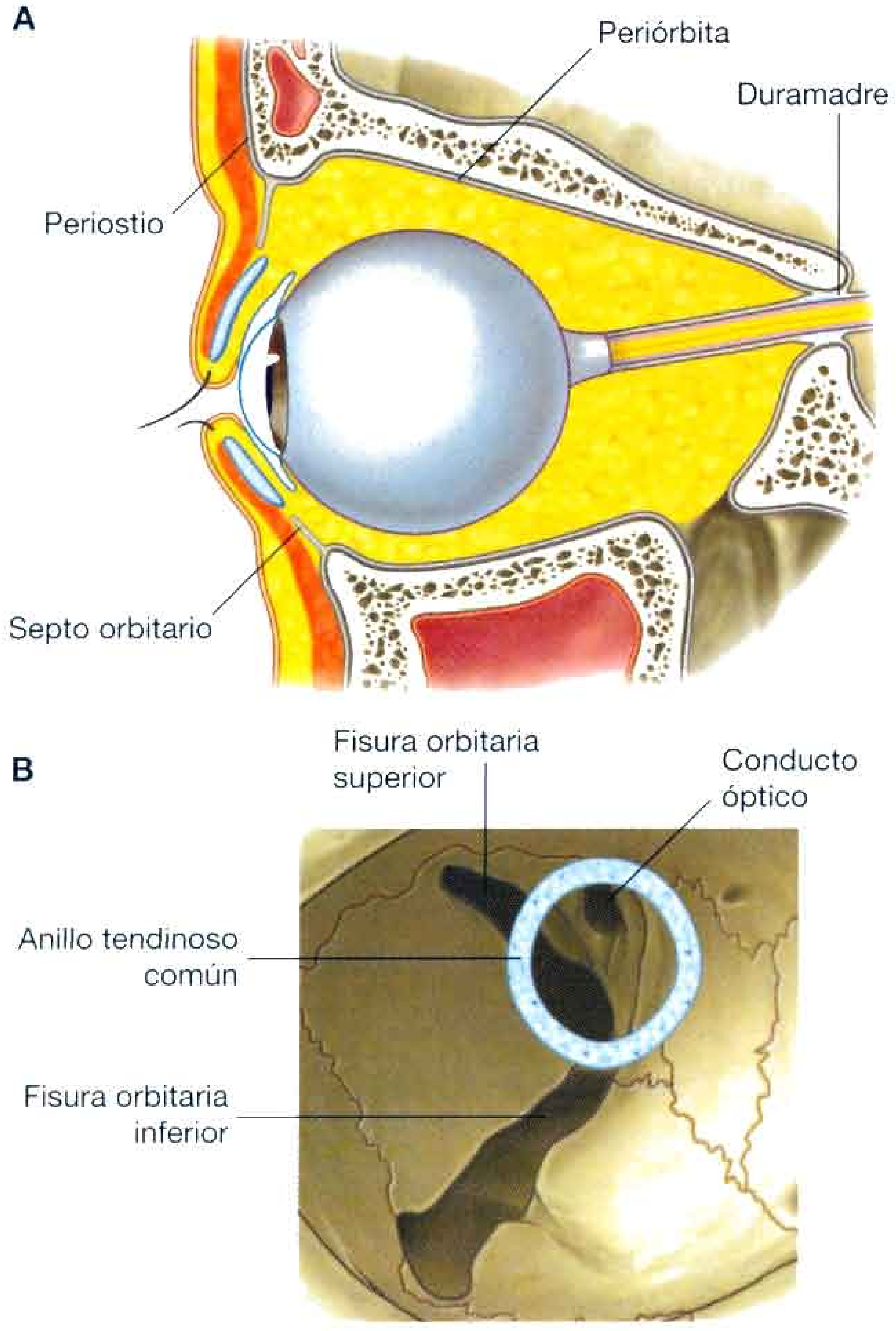


Fig. 8.84 Periórbita. **A.** Visión lateral. **B.** Anillo tendinoso común.

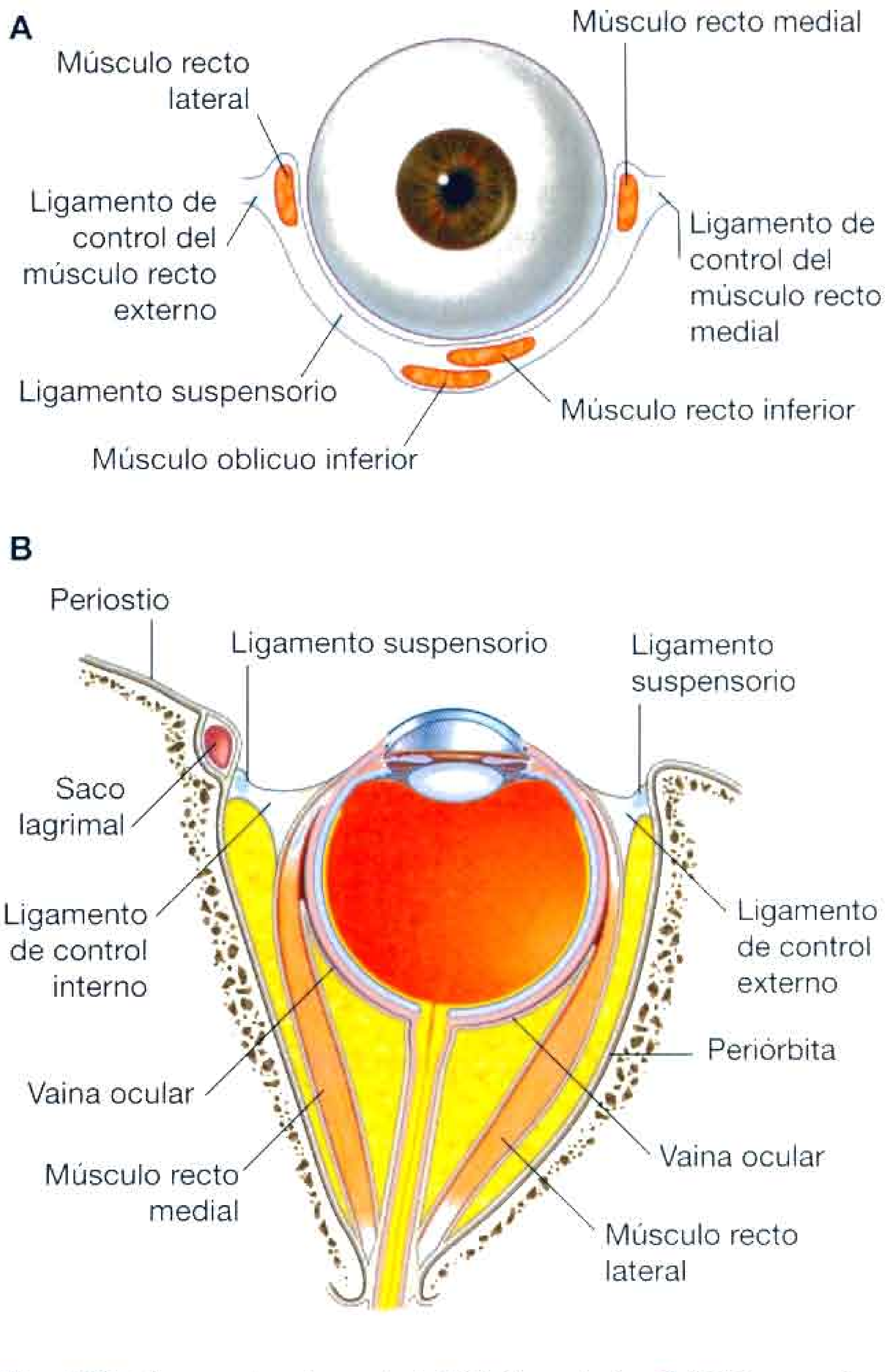


Fig. 8.86 Ligamentos de control. **A.** Visión anterior. **B.** Visión superior.

Ligamentos de control de los músculos recto medial y recto lateral

Los ligamentos de control son otra especialización de la fascia orbitaria (fig. 8.86). Se trata de expansiones de la fascia que cubre a los músculos recto medial y recto lateral, que se insertan en la pared medial y lateral de la órbita ósea, respectivamente:

- El ligamento de control medial es una extensión de la fascia que cubre al músculo recto medial y se inserta inmediatamente por detrás de la cresta lagrimal posterior del hueso lagrimal.
- El ligamento de control lateral es una extensión de la fascia que cubre al músculo recto lateral y se inserta en el tubérculo orbitario del hueso cigomático.

Desde el punto de vista funcional, se cree que estos ligamentos limitan a los músculos recto medial y recto lateral, de ahí el nombre que reciben estas zonas especializadas de la fascia.

Músculos

En el interior de la órbita pueden distinguirse dos grupos musculares:

- La **musculatura ocular extrínseca (músculos extraoculares)**, encargada de los movimientos del globo ocular y de la elevación del párpado superior.
- La musculatura ocular intrínseca, en el interior del globo ocular, que controla la forma del cristalino y el tamaño de la pupila.

Entre los músculos extrínsecos se incluyen el músculo elevador del párpado superior, el recto superior, el recto inferior, el recto medial, el recto lateral, el oblicuo superior y el oblicuo inferior.

Los músculos oculares intrínsecos son el músculo ciliar, el esfínter pupilar y el dilatador de la pupila.

Músculos extrínsecos

De los siete músculos que forman el grupo de los músculos extraoculares, uno se encarga de elevar el párpado superior, mientras que los otros seis mueven el globo ocular (tabla 8.8).

En las tres dimensiones se distinguen los siguientes movimientos oculares (fig. 8.87):

- Elevación: desplazamiento superior de la pupila.
- Depresión: desplazamiento inferior de la pupila.
- Abducción: desplazamiento lateral de la pupila.
- Aducción: desplazamiento medial de la pupila.
- Rotación interna: rotación medial de la parte superior de la pupila (hacia la nariz).
- Rotación externa: rotación lateral de la parte superior de la pupila (hacia la sien).

Cada globo ocular está dirigido anteriormente, pero el eje orbitario se dirige ligeramente hacia fuera en dirección posteroanterior (fig. 8.88), por lo que la contracción de algunos músculos produce distintos movimientos del globo ocular, mientras que otros ejercen una acción única.

Tabla 8.8 Musculatura ocular extrínseca (músculos extraoculares)

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Elevador del párpado superior	Ala menor del esfenoides anterior al conducto óptico	Superficie tarsal anterior; algunas fibras a la piel y al fórnix conjuntival superior	Nervio oculomotor [III]: rama superior	Elevación del párpado superior
Recto superior	Porción superior del anillo tendinoso común	Mitad anterior de la zona superior del globo ocular	Nervio oculomotor [III]: rama superior	Elevación, abdución y rotación interna del globo ocular
Recto inferior	Porción inferior del anillo tendinoso común	Mitad anterior de la zona inferior del globo ocular	Nervio oculomotor [III]: rama inferior	Depresión, abdución y rotación externa del globo ocular
Recto medial	Porción medial del anillo tendinoso común	Mitad anterior de la zona interna del globo ocular	Nervio oculomotor [III]: rama inferior	Abdución del globo ocular
Recto lateral	Porción lateral del anillo tendinoso común	Mitad lateral de la zona superior del globo ocular	Nervio abducens [VI]	Abdución del globo ocular
Oblicuo superior	Cuerpo del esfenoides, superomedial al conducto óptico	Cuadrante posteroexterno del globo ocular	Nervio troclear [IV]	Depresión, abdución y rotación interna del globo ocular
Oblicuo inferior	Suelo medial de la órbita, posterior al reborde; maxilar lateral al surco nasolagrimal	Cuadrante posteroexterno del globo ocular	Nervio oculomotor [III]: rama inferior	Elevación, abdución y rotación externa del globo ocular

Músculo elevador del párpado superior

El músculo elevador del párpado superior se encarga de la elevación de dicho párpado (tabla 8.8). Es el músculo de localización más superior en la órbita. Se origina en el techo, inmediatamente anterior al conducto óptico, sobre la superficie inferior del ala menor del esfenoides (fig. 8.89B). Su inserción principal se encuentra en la superficie anterior del tarso superior, pero unas pocas fibras también se insertan en la piel del párpado superior y en el fórnix conjuntival superior.

La inervación se realiza por la rama superior del nervio oculomotor [III], y su contracción se traduce en la elevación del párpado superior.

Una característica singular del músculo elevador del párpado superior es la presencia de fibras de músculo liso que desde su superficie inferior se dirigen al borde superior del tarso superior (fig. 8.71). Este grupo de fibras de músculo liso (el músculo tarsal superior) contribuyen al mantenimiento de la elevación palpebral y recibe su inervación de las fibras simpáticas posganglionares del ganglio cervical superior.

El déficit funcional del nervio oculomotor [III] resulta en una ptosis o caída del párpado superior completa, mientras que en la pérdida de la inervación simpática del músculo tarsal superior, la ptosis acompañante es sólo parcial.

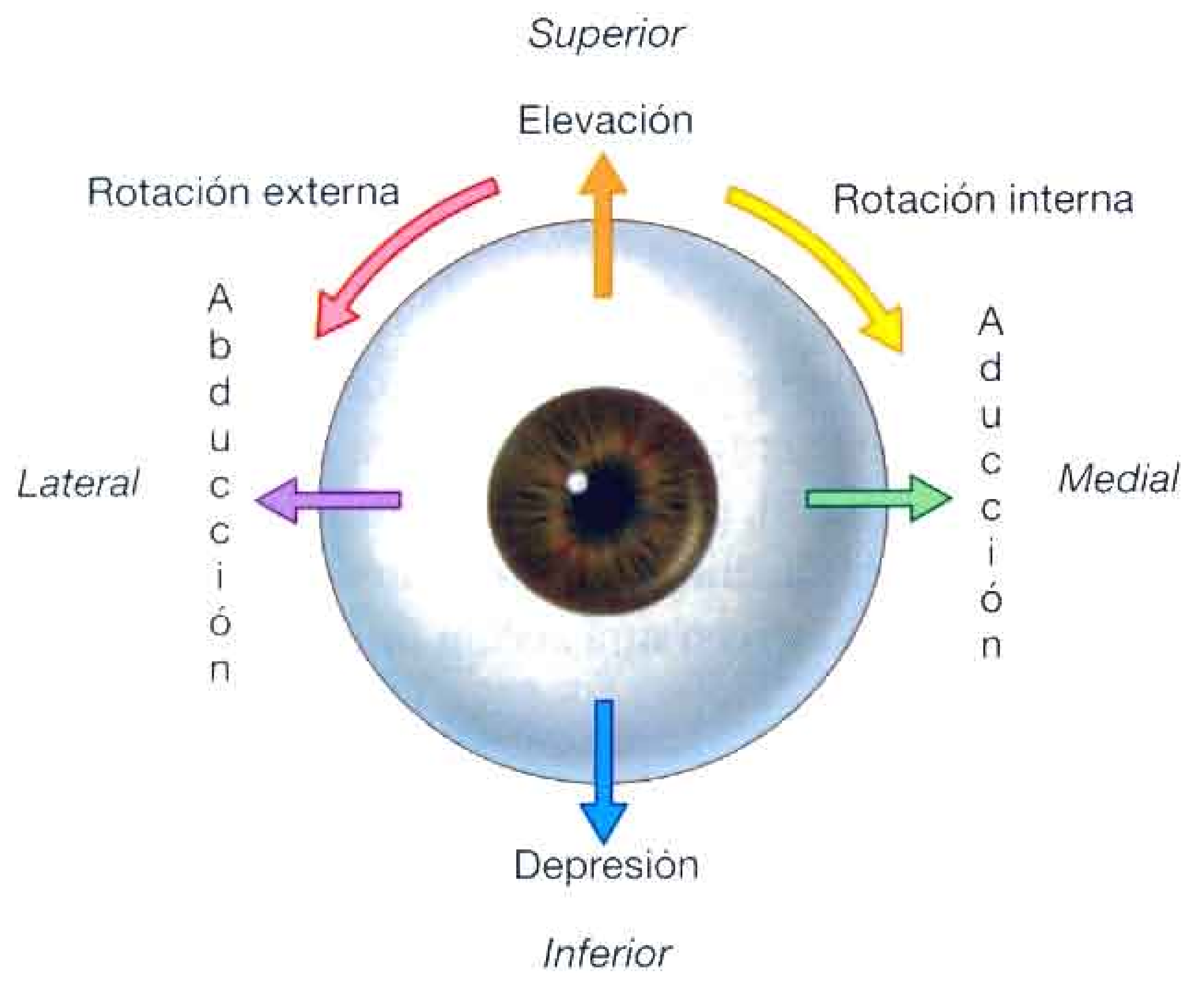


Fig. 8.87 Movimientos oculares.

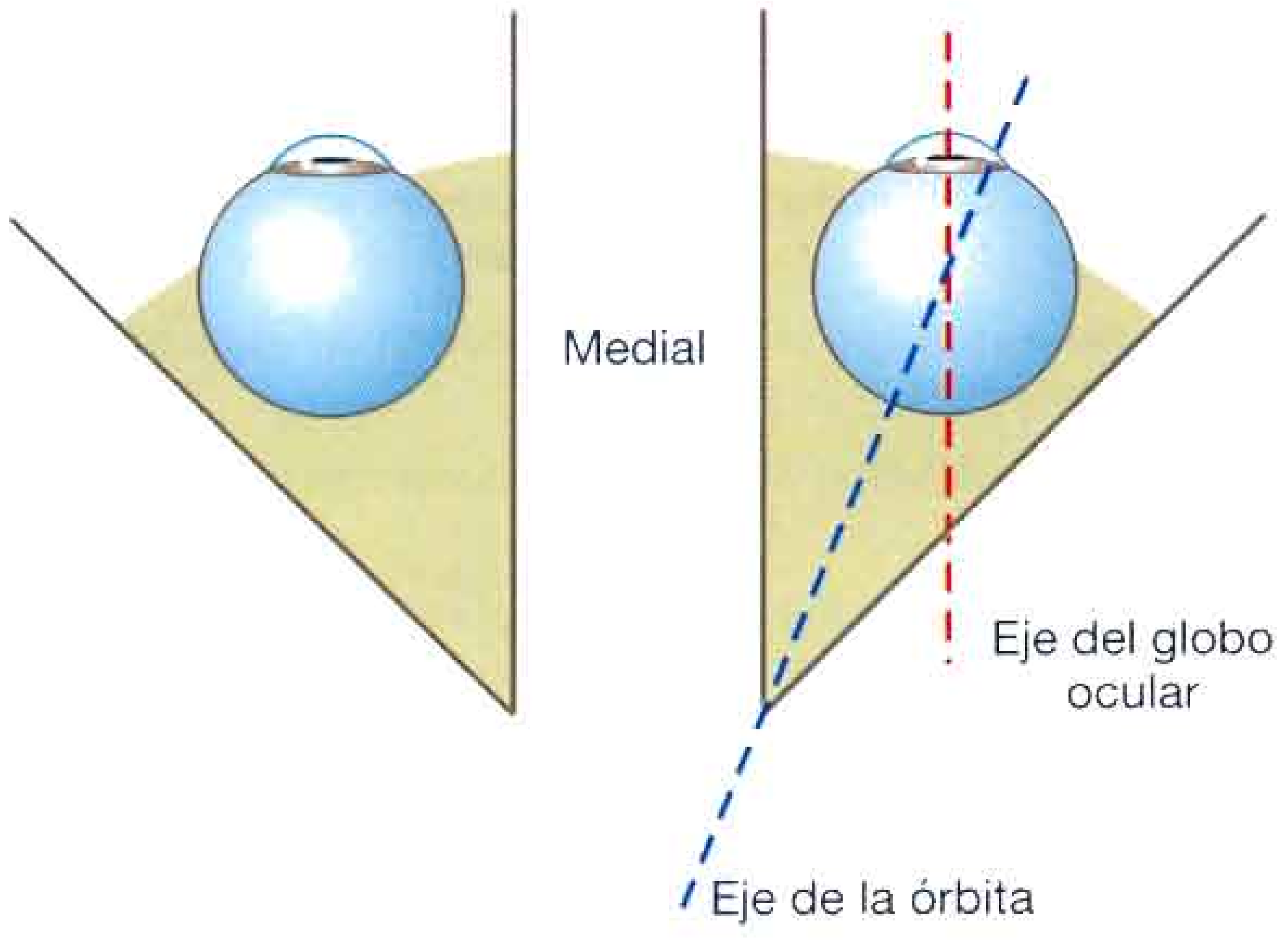


Fig. 8.88 Ejes del globo ocular y de la órbita.

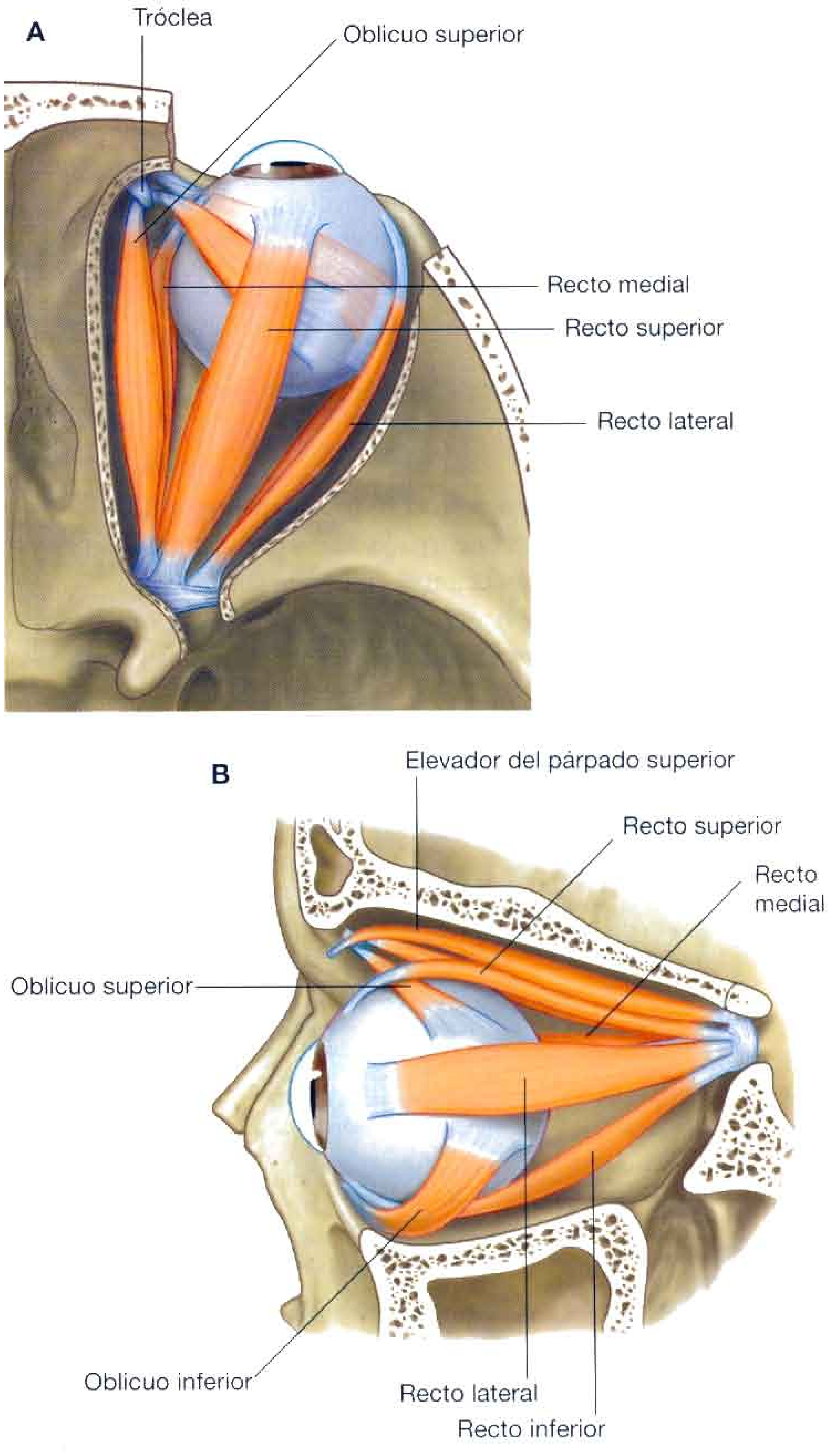


Fig. 8.89 Músculos extraoculares. **A.** Visión superior. **B.** Visión lateral.

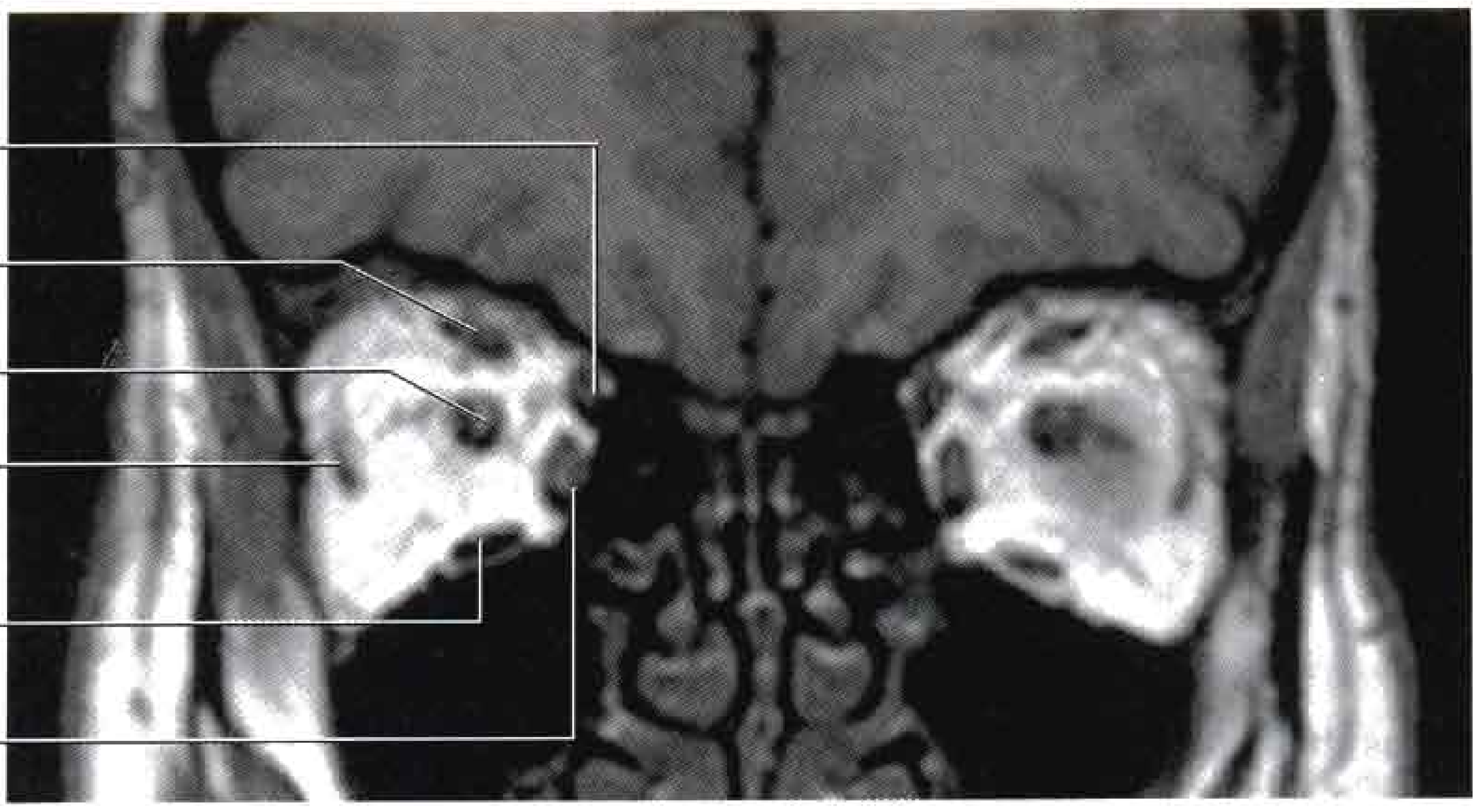


Fig. 8.89 ***(cont.)*** Músculos extraoculares. **C.** Resonancia magnética coronal a nivel del ojo.

Conceptos prácticos

Síndrome de Horner

El síndrome de Horner se debe a la disfunción simpática producida por la lesión del tronco simpático en el cuello. Se caracteriza por la siguiente tríada:

- Miosis, debida a la parálisis del músculo dilatador de la pupila.
- Ptosis parcial (caída del párpado superior), causada por la parálisis del músculo tarsal superior del complejo del elevador del párpado superior.
- Anhidrosis en el lado ipsilateral de la cara y del cuello, secundaria al déficit inervacional de glándulas sudoríparas.

Como signos secundarios también es posible observar:

- Vasodilatación ipsilateral, debida a la pérdida del control simpático normal de los vasos sanguíneos subcutáneos.
- Enoftalmos (ojo hundido), se cree que es debido a la parálisis del músculo orbitario, aunque ésta es una característica poco frecuente del síndrome de Horner.

El músculo orbitario se extiende sobre la fisura orbitaria inferior y contribuye a mantener el contenido orbitario en posición anterior.

La causa más frecuente del síndrome de Horner es la existencia de un tumor que lesione el ganglio cervicotorácico, signo típico de los tumores del vértice pulmonar.

Síndrome de Horner posquirúrgico

En los pacientes que sufren una hiperhidrosis grave (sudoración excesiva) puede ser necesario inducir quirúrgicamente un síndrome de Horner. Esta enfermedad puede ser tan incapacitante que en ocasiones los pacientes viven recluidos sin salir de casa por sentirse avergonzados. El tratamiento es relativamente sencillo e ingenioso. Tras anestesiar al paciente, se introduce un tubo endotraqueal bifurcado por los bronquios principales derecho e izquierdo. Se realiza una pequeña incisión en el espacio intercostal del lado correspondiente y se induce un neumotórax. El paciente es ventilado por su pulmón contralateral.

Con la ayuda de un sistema endoscópico, se observa el vértice de la cavidad torácica desde su interior, identificándose fácilmente el ganglio cervicotorácico. Las técnicas obliterativas incluyen la termocoagulación y la extirpación quirúrgica. Tras la destrucción del ganglio, se retira el tubo endoscópico, se reinsufla el pulmón y se sutura la pequeña incisión.

Músculos rectos

Los cuatro músculos rectos ocupan una posición medial, lateral, superior e inferior en su recorrido desde su origen posterior hasta sus puntos de inserción en la mitad anterior del globo ocular (fig. 8.89 y tabla 8.8). Todos ellos se originan en el anillo tendinoso común del vértice de la órbita y forman un cono muscular a medida que se dirigen anteriormente hasta su inserción sobre el globo ocular.

Músculos rectos superior e inferior

Los músculos rectos superior e inferior ejercen acciones complicadas debido a que el vértice de la órbita, donde se originan los músculos, es medial al eje central del globo ocular en la mirada recta de frente:

- El músculo **recto superior** se origina en la porción superior del anillo tendinoso común, por encima del conducto óptico.
- El músculo **recto inferior** se origina en la porción inferior del anillo tendinoso común, por debajo del conducto óptico (fig. 8.90).

Para insertarse en la mitad anterior del globo ocular, estos músculos siguen una dirección anterior y lateral (fig. 8.89). Debido a esta orientación:

- La contracción del músculo recto superior eleva, aduce y rota internamente el globo ocular.
- La contracción del músculo recto inferior deprime, aduce y rota externamente el globo ocular (fig. 8.91).

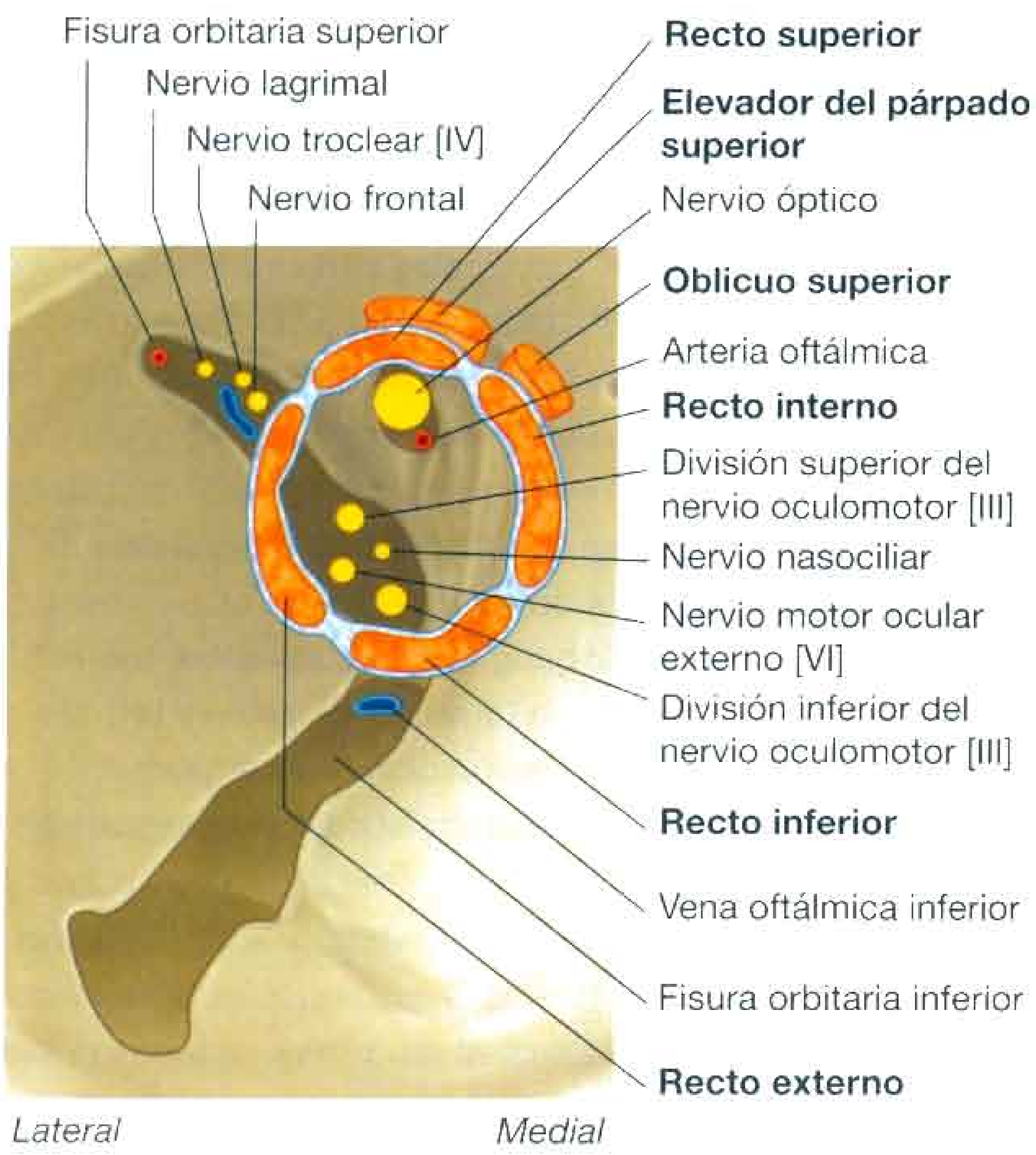


Fig. 8.90 Origen de los músculos extraoculares, visión coronal.

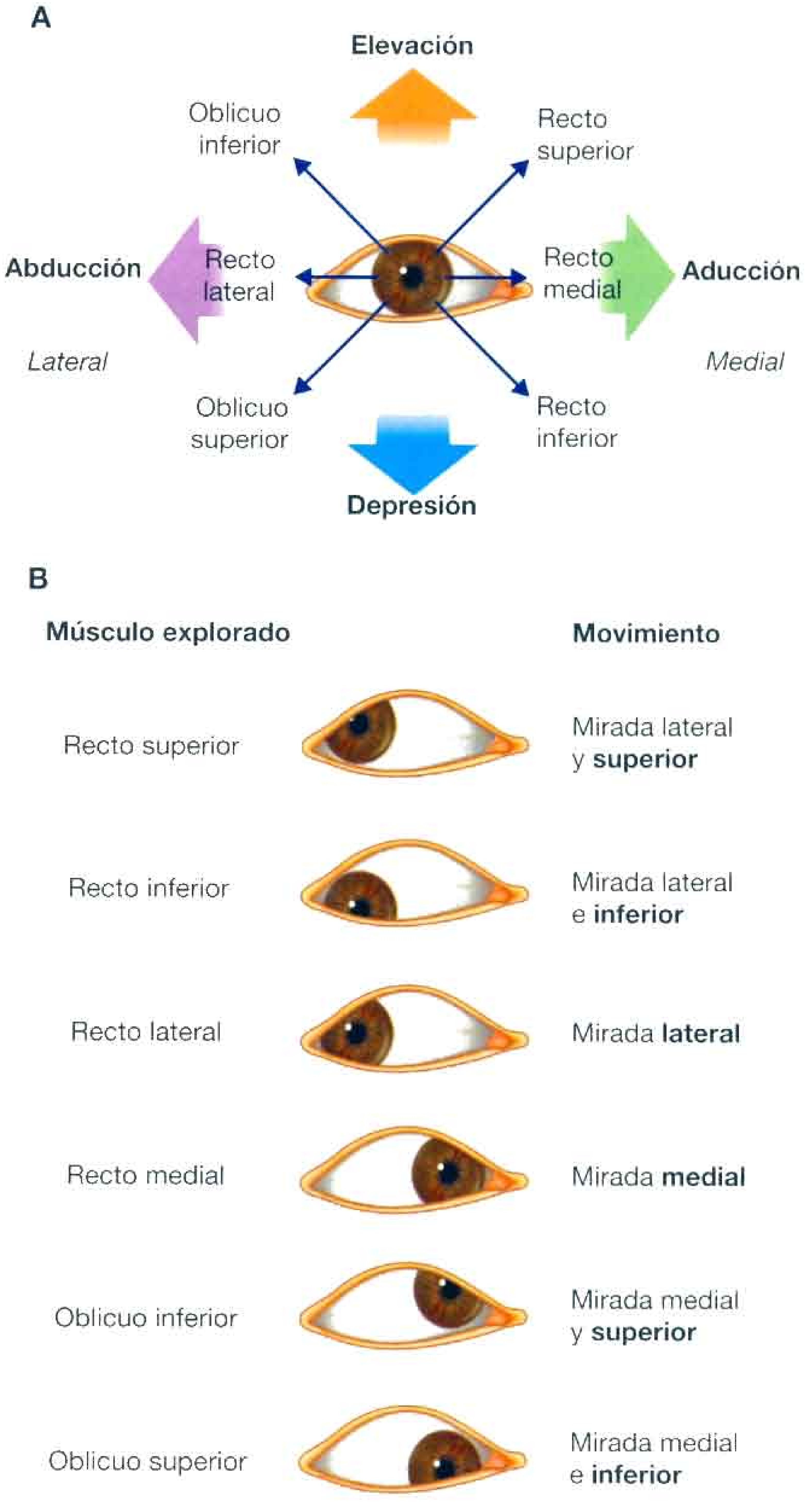


Fig. 8.91 Acciones de los músculos extraoculares. **A.** Acción de los músculos individuales (acción anatómica). **B.** Movimiento ocular para explorar un músculo específico (exploración clínica).

Las **ramas superior e inferior** del nervio oculomotor [III] inervan al músculo recto superior e inferior, respectivamente.

Para explorar y aislar la acción de los músculos rectos superior e inferior, se pide al paciente que siga el dedo del médico lateralmente y una vez en esta posición, hacia arriba o hacia abajo (fig. 8.91). La primera parte del movimiento alinea el eje del globo ocular con el eje longitudinal de los músculos recto superior e inferior. El músculo que se explora cuando el paciente sigue un objeto que se mueve hacia arriba es el recto superior y cuando el objeto se mueve hacia abajo se explora el recto inferior.

Músculos recto lateral y recto medial

La orientación y las acciones de los músculos recto medial y lateral son más sencillas que las de los músculos recto superior e inferior.

El músculo **recto medial** se origina de la porción medial del anillo tendinoso común, caudal y medial al conducto óptico, mientras que el músculo **recto lateral** se origina de la porción lateral del anillo tendinoso común, en la zona en la que dicho anillo cruza la fisura orbitaria superior (fig. 8.90).

Los músculos recto medial y lateral se dirigen hacia delante y se insertan en la mitad anterior del globo ocular (fig. 8.89). La contracción de cada músculo recto medial y lateral produce la aducción o la abducción del globo ocular, respectivamente.

El músculo recto medial recibe su inervación de la rama inferior del nervio oculomotor [III] y el músculo recto lateral la recibe del nervio abducens [VI] (fig. 8.91).

Para explorar y aislar la acción de los músculos rectos medial y lateral, se pide al paciente que siga el dedo del médico medial y lateralmente, respectivamente, en un plano horizontal.

Músculos oblicuos

Los músculos oblicuos ocupan las regiones orbitarias superior e inferior, no se originan en el anillo tendinoso común, describen un ángulo en su aproximación al globo ocular y, a diferencia de los músculos rectos, se insertan en la mitad posterior del globo ocular (tabla 8.8).

Músculo oblicuo superior

El músculo oblicuo superior se origina en el cuerpo del esfenoides superior y medial al conducto óptico y medial al origen del músculo elevador del párpado superior (figs. 8.89 y 8.90). Se dirige hacia delante, a lo largo del borde medial del techo orbitario hasta que alcanza una polea fibrocartilaginosa (la **tróclea**) insertada en la fosita troclear del hueso frontal.

El tendón del oblicuo superior pasa a través de la tróclea y se dirige lateralmente, cruzando el globo ocular en dirección posterolateral, profundo al músculo recto superior, hasta insertarse en el cuadrante posteroexterno del globo ocular.

La contracción del músculo oblicuo superior dirige la pupila hacia abajo y fuera.

El nervio troclear [IV] inerva al músculo oblicuo superior a lo largo de su superficie superior.

Para explorar el músculo oblicuo superior y aislar su acción, se pide al paciente que siga el dedo del médico medialmente, para alinear el eje del tendón muscular con el eje del globo ocular, y ya en esta posición, se pide al paciente que mire hacia abajo (fig. 8.91).

Músculo oblicuo inferior

El músculo oblicuo inferior es el único músculo extrínseco que no se origina en la parte posterior de la órbita sino que lo hace en la zona medial del suelo orbitario, inmediatamente posterior al reborde orbitario; y se inserta en la superficie orbitaria del maxilar, lateral al surco nasolagrimal (fig. 8.89).

El músculo oblicuo inferior cruza el suelo de la órbita siguiendo una dirección posterolateral, situado entre el músculo recto inferior y el suelo orbitario, para insertarse en el cuadrante posteroexterno, por debajo del recto externo.

La contracción del músculo oblicuo inferior dirige la pupila hacia arriba y fuera.

El músculo recibe su inervación a partir de la rama inferior del nervio oculomotor.

Para explorar el músculo oblicuo inferior y aislar su acción, se pide al paciente que siga primero el dedo del médico medialmente, para alinear el eje del globo ocular con el eje muscular, y desde esta posición, ya para explorar el músculo, debe mirar hacia arriba (fig. 8.91).

Musculatura ocular extrínseca y movimientos del globo ocular

Seis de los siete músculos oculares extrínsecos están implicados directamente en los movimientos del globo ocular.

Cada uno de los músculos rectos (superior, inferior, lateral y medial), y de los oblicuos superior e inferior ejerce una acción o grupo de acciones (tabla 8.8). Sin embargo, estos músculos no actúan de modo aislado sino como un equipo de músculos que se encargan de los movimientos coordinados del globo ocular para colocar la pupila donde sea necesario.

Por ejemplo, aunque el recto lateral es el principal músculo responsable de mover el globo ocular lateralmente, también participan en esta acción los músculos oblicuo superior y oblicuo inferior.

Conceptos prácticos

Exploración ocular

La exploración ocular debe incluir la valoración de la función visual y del estado de la musculatura ocular extrínseca, así como descartar la presencia de patologías que puedan afectar al globo ocular bien de modo aislado o como parte de un proceso sistémico.

La exploración de la función visual incluye la medición de la agudeza visual, la exploración del astigmatismo, de los campos visuales, de la visión de colores (para descartar una ceguera para los colores). También deben explorarse la retina, el nervio óptico y sus cubiertas, el cristalino y la córnea.

Los músculos extrínsecos son inervados por el nervio abducens [VI], el troclear [IV] y el oculomotor [III].

Los músculos oculares extrínsecos actúan de modo sinérgico para producir los movimientos oculares conjugados de una manera apropiada.

- Músculo recto lateral, nervio abducens [VI].
- Músculo oblicuo superior, nervio troclear [IV].
- El resto, nervio oculomotor [III].

El ojo puede verse afectado en diversas enfermedades sistémicas. La diabetes mellitus cursa por lo general con afectación ocular, que se traduce en la formación de cataratas, enfermedades maculares y hemorragias retinianas, que dañan la visión.

Ocasionalmente puede encontrarse una parálisis unilateral de los músculos extraoculares, debido a una lesión del tronco del encéfalo o a una lesión directa del nervio, que puede ser causada por un traumatismo o por la compresión tumoral. La parálisis de un músculo se demuestra con facilidad cuando se pide al paciente que mueva el ojo en la dirección asociada con la acción normal de dicho músculo. El paciente típicamente refiere visión doble (diplopía).

Alteraciones de la inervación de los músculos perioculares

La pérdida de la inervación del músculo orbicular del ojo por una lesión del nervio facial [VII] se traduce en la incapacidad para cerrar los párpados con fuerza y en la eversión del párpado inferior, con el consiguiente lagrimeo acompañante. La pérdida de la secreción lagrimal contribuye a la desecación conjuntival, que puede ulcerarse e infectarse de modo secundario.

Las alteraciones de la inervación del músculo elevador del párpado superior por la lesión del nervio oculomotor [III] producen una ptosis (la incapacidad para elevar el párpado superior). Las lesiones del nervio oculomotor [III] suelen deberse por lo general a patologías graves de la cabeza.

La pérdida de la inervación simpática del músculo tarsal superior produce una ptosis parcial constante. Cualquier tipo de lesión producida a lo largo del tronco simpático puede dar lugar a este cuadro. Siempre debe sospecharse un tumor pulmonar apical maligno, ya que la ptosis puede ser parte de un síndrome de Horner (v. pág. 841).

Vasos

Arterias

La irrigación arterial de las estructuras de la órbita, incluyendo el globo ocular, depende de la arteria oftálmica (fig. 8.90), una rama de la arteria carótida interna que se origina inmediatamente tras abandonar el seno cavernoso. La arteria oftálmica alcanza la órbita a través del conducto óptico, junto al nervio óptico.

En la órbita, la arteria oftálmica se encuentra inicialmente inferior y lateral al nervio óptico (fig. 8.92). A medida que avanza en dirección anterior en el interior de la órbita, cruza superior al nervio óptico, dirigiéndose anteriormente en la región orbitaria interna.

La arteria oftálmica emite numerosas ramas en la órbita:

- La **arteria lagrimal**, que se origina de la arteria oftálmica lateral al nervio óptico y discurre anteriormente por la zona lateral de la órbita, irrigando la glándula lagrimal, los músculos y las regiones laterales de los párpados. A su vez emite la rama ciliar anterior para el globo ocular.

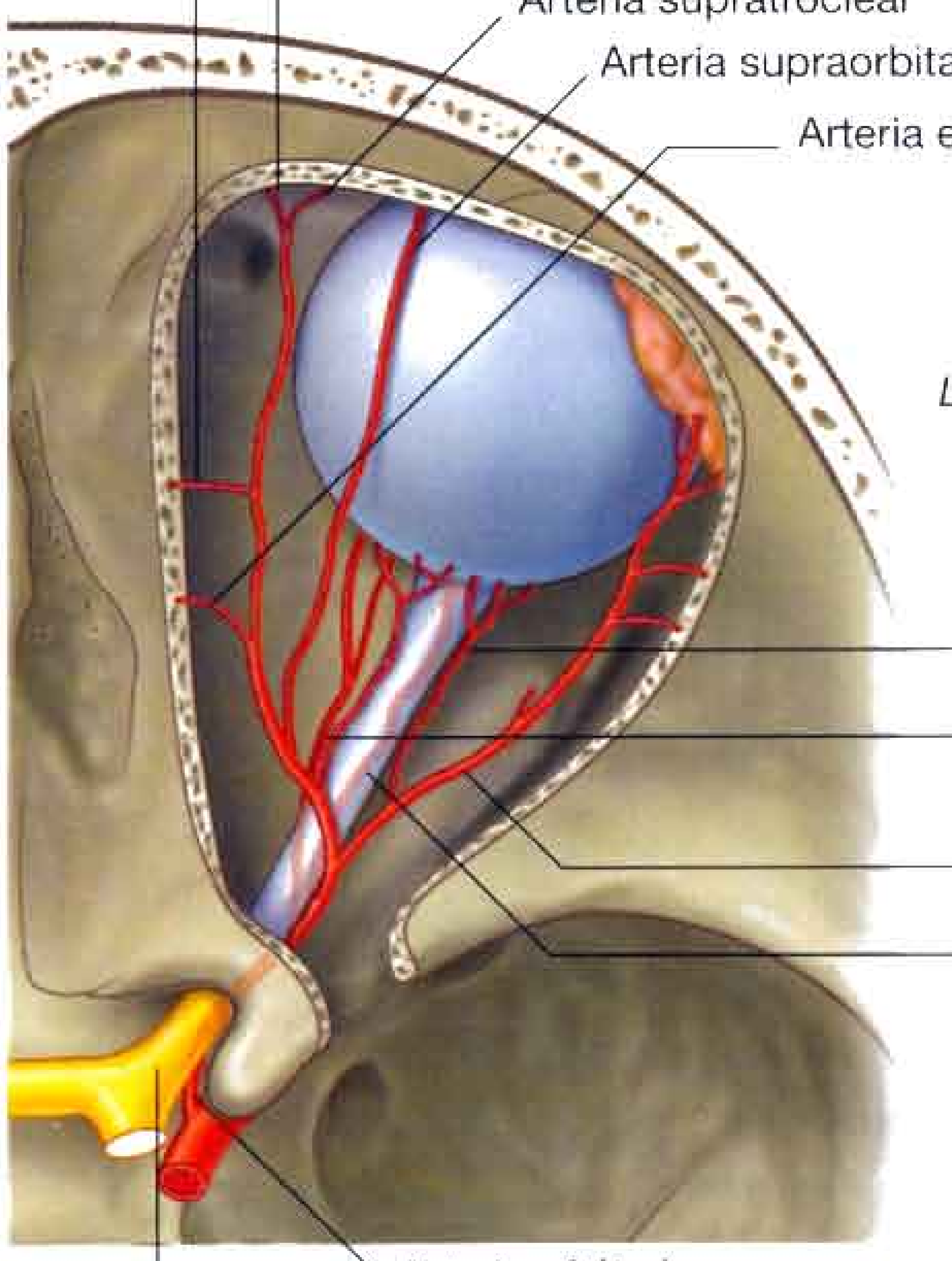


Fig. 8.92 Irrigación arterial de la órbita y del globo ocular.

- La **arteria central de la retina**, que se introduce en el nervio óptico para alcanzar la retina, donde es fácilmente visible durante la exploración oftalmoscópica, la oclusión patente de este vaso o de la arteria produce un cuadro de ceguera.
- Las **arterias ciliares posteriores cortas** y **largas** penetran el globo ocular por su región posterior, atraviesan la esclera e irrigan estructuras intraoculares.
- Las **arterias musculares** irrigan la musculatura ocular intrínseca.
- La **arteria supraorbitaria**, que suele derivar de la arteria oftálmica inmediatamente después de haber cruzado el nervio óptico, se dirige anteriormente y abandona la órbita a través del agujero supraorbitario, junto al nervio supraorbitario, irriga la frente y el cuero cabelludo en su recorrido hasta el vértex del cráneo.
- La **arteria etmoidal posterior** abandona la órbita a través del agujero etmoidal posterior e irriga las celdillas etmoidales y la cavidad nasal.
- La **arteria etmoidal anterior** sale de la órbita por medio del agujero etmoidal anterior, se introduce en la cavidad craneal donde emite la rama meníngea anterior y continúa hacia la cavidad nasal donde irriga el tabique nasal y la pared lateral, finalizando como la arteria dorsal de la nariz.
- Las **arterias palpebrales mediales** son ramas de pequeño tamaño que irrigan la zona medial de los párpados superior e inferior.
- La **arteria dorsal de la nariz** es una de las dos ramas terminales de la arteria oftálmica. Abandona la órbita para irrigar la superficie superior de la nariz.
- La **arteria supratroclear** es la otra rama terminal de la arteria oftálmica. Abandona la órbita junto al nervio supratroclear e irriga la frente durante su recorrido en dirección superior.

Venas

En la órbita existen dos conductos venosos, las venas oftálmicas superior e inferior (fig. 8.93).

La **vena oftálmica superior** se origina en la región orbitaria anterior mediante la unión de la vena supraorbitaria y la vena angular. Discurre por la parte superior de la órbita, recibiendo tributarias de las venas que acompañan a las ramas de la arteria oftálmica y de las venas que drenan el polo posterior del globo ocular. La vena oftálmica superior abandona la órbita a través de la fisura orbitaria superior para introducirse en el seno cavernoso.

La **vena oftálmica inferior** es más pequeña que la vena oftálmica superior. Se origina anteriormente y discurre a través de la región inferior de la órbita. Durante este recorrido recibe venas tributarias de los músculos y de la parte posterior del globo ocular.

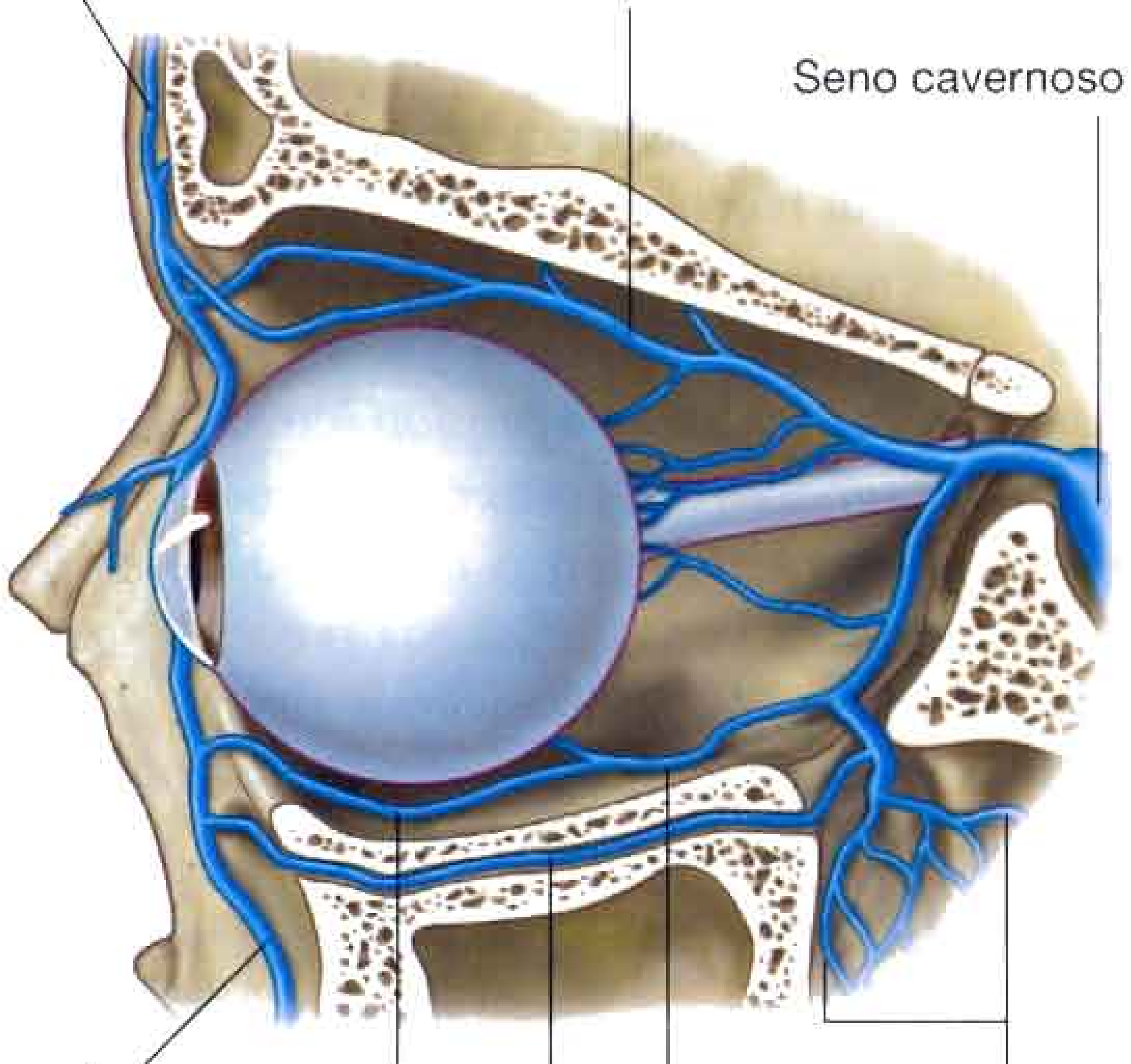


Fig. 8.93 Drenaje venoso de la órbita y del globo ocular.

La vena oftálmica inferior abandona la órbita posteriormente y:

- Se une con la vena oftálmica superior.
- Atraviesa sola la fisura orbitaria superior para unirse al seno cavernoso.
- Atraviesa la fisura orbitaria inferior para unirse al plexo venoso pterigoideo en la fosa infratemporal.

La comunicación entre las venas oftálmicas y el seno cavernoso crea una ruta a través de la cual las infecciones pueden extenderse desde el exterior hacia el interior de la cavidad craneal.

Inervación

En la órbita se introducen diversos nervios que inervan estructuras dentro de sus paredes óseas. Entre ellos se incluyen el nervio óptico [II], el nervio oculomotor [III], el nervio troclear [IV], el nervio abducens [VI] y los nervios autónomos. Otros nervios, como el nervio oftálmico [V_1], inervan estructuras orbitarias y después abandonan la órbita para inervar otras regiones.

Nervio óptico

El nervio óptico [II] no es un nervio craneal verdadero sino una expansión del cerebro que transporta fibras aferentes desde la retina en el globo ocular hasta los centros visuales del cerebro. Está recubierto por las meninges craneales y el espacio subaracnoideo, que se extiende anteriormente hasta el globo ocular.

Cualquier aumento de la presión intracraneal resulta por tanto en un aumento de la presión en el espacio subaracnoideo que rodea al nervio óptico, lo que puede dificultar el retorno venoso en las venas retinianas, produciendo un edema de la papila óptica (papiledema) que puede observarse durante una exploración oftalmoscópica retiniana.

El nervio óptico abandona la órbita por el conducto óptico (fig. 8.94) acompañado por la arteria oftálmica.

Nervio oculomotor

El nervio oculomotor [III] emerge de la superficie anterior del tronco del encéfalo entre el mesencéfalo y la protuberancia. Se dirige hacia delante por la pared lateral del seno cavernoso.

El nervio oculomotor [III] se divide, justo antes de entrar en la órbita, en una rama superior y otra inferior (fig. 8.95). Estas ramas penetran en la órbita a través de la fisura orbitaria superior, por dentro del anillo tendinoso común (fig. 8.94).

Dentro de la órbita, la pequeña rama superior se dirige hacia arriba, sobre la superficie lateral del nervio óptico, para inervar al músculo recto superior y al elevador del párpado superior (fig. 8.95).

La rama inferior, de mayor tamaño, se divide a su vez en tres ramas:

- Una se dirige por debajo del nervio óptico a medida que avanza hacia la región medial de la órbita para inervar al músculo recto interno.
- La segunda rama desciende para inervar al músculo recto inferior.
- La tercera rama desciende y se dirige hacia delante por el suelo de la órbita hasta inervar al músculo oblicuo inferior (fig. 8.95).

La tercera rama, durante su descenso, emite la **rama del ganglio ciliar.** Esta rama es la raíz parasimpática del ganglio ciliar y transporta las fibras parasimpáticas preganglionares que sinaptarán en el ganglio ciliar con las fibras parasimpáticas posganglionares. Las fibras posganglionares se distribuyen en el globo ocular por medio de los nervios ciliares cortos y se encargan de la inervación del músculo esfínter de la pupila y del músculo ciliar.

Nervio troclear

El nervio troclear [IV] emerge de la superficie posterior del mesencéfalo, al que rodea hasta alcanzar el borde de la tienda del cerebelo. Continúa su recorrido intradural hasta llegar a la pared lateral del seno cavernoso, en el que se introduce, situándose caudal al nervio oculomotor [III].

El nervio troclear, justo antes de entrar en la órbita, asciende y cruza el nervio oculomotor [III] para introducirse en la órbita a través de la fisura orbitaria superior, por encima y por fuera del anillo tendinoso común (fig. 8.94). Ya una vez en el interior de la órbita, el nervio troclear [IV] asciende y realiza un giro, dirigiéndose medialmente, cruza sobre el músculo elevador del párpado superior y penetra por el borde superior del músculo oblicuo superior, al que inerva (fig. 8.96).

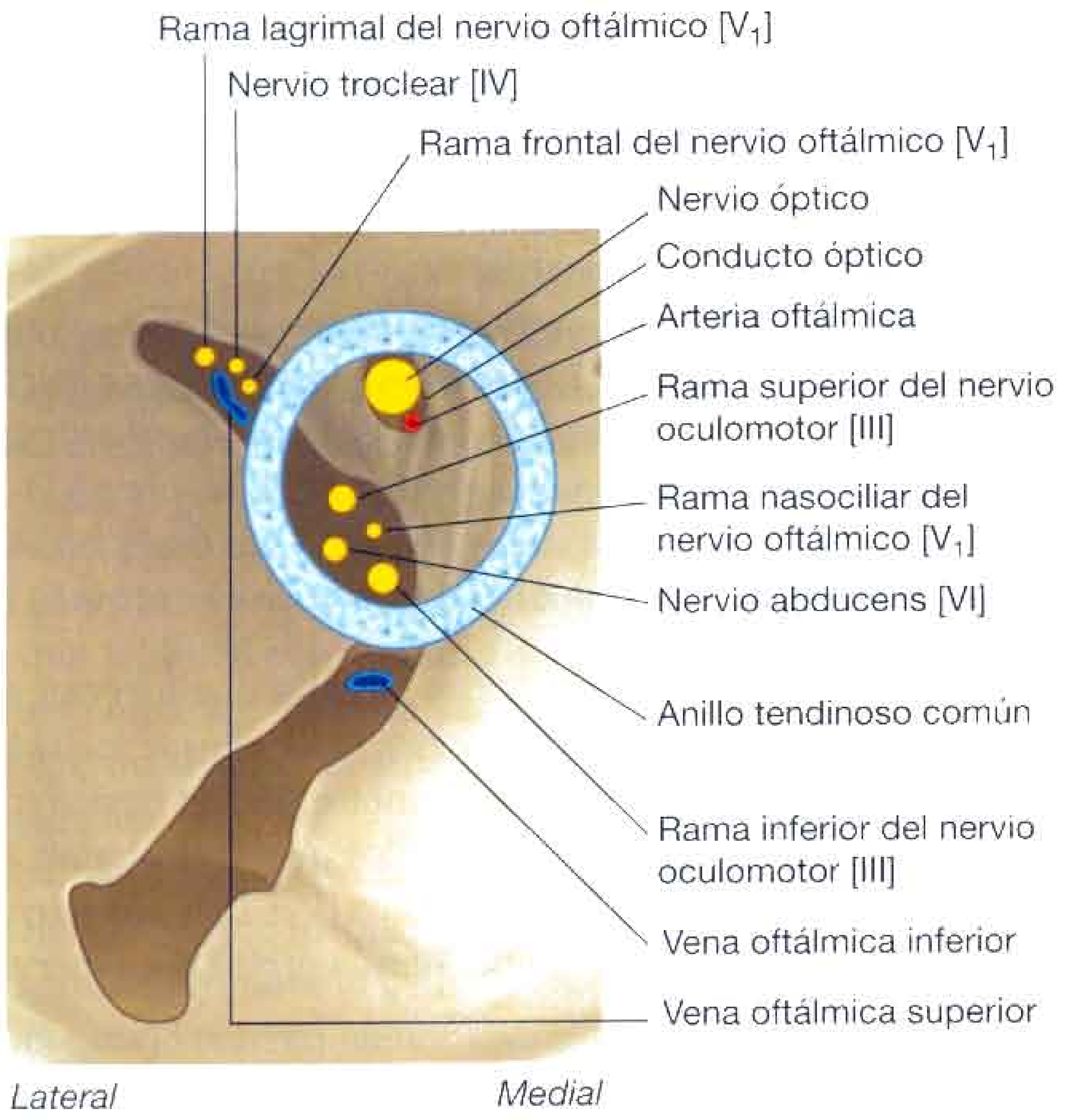


Fig. 8.94 Inervación de la órbita y del globo ocular.

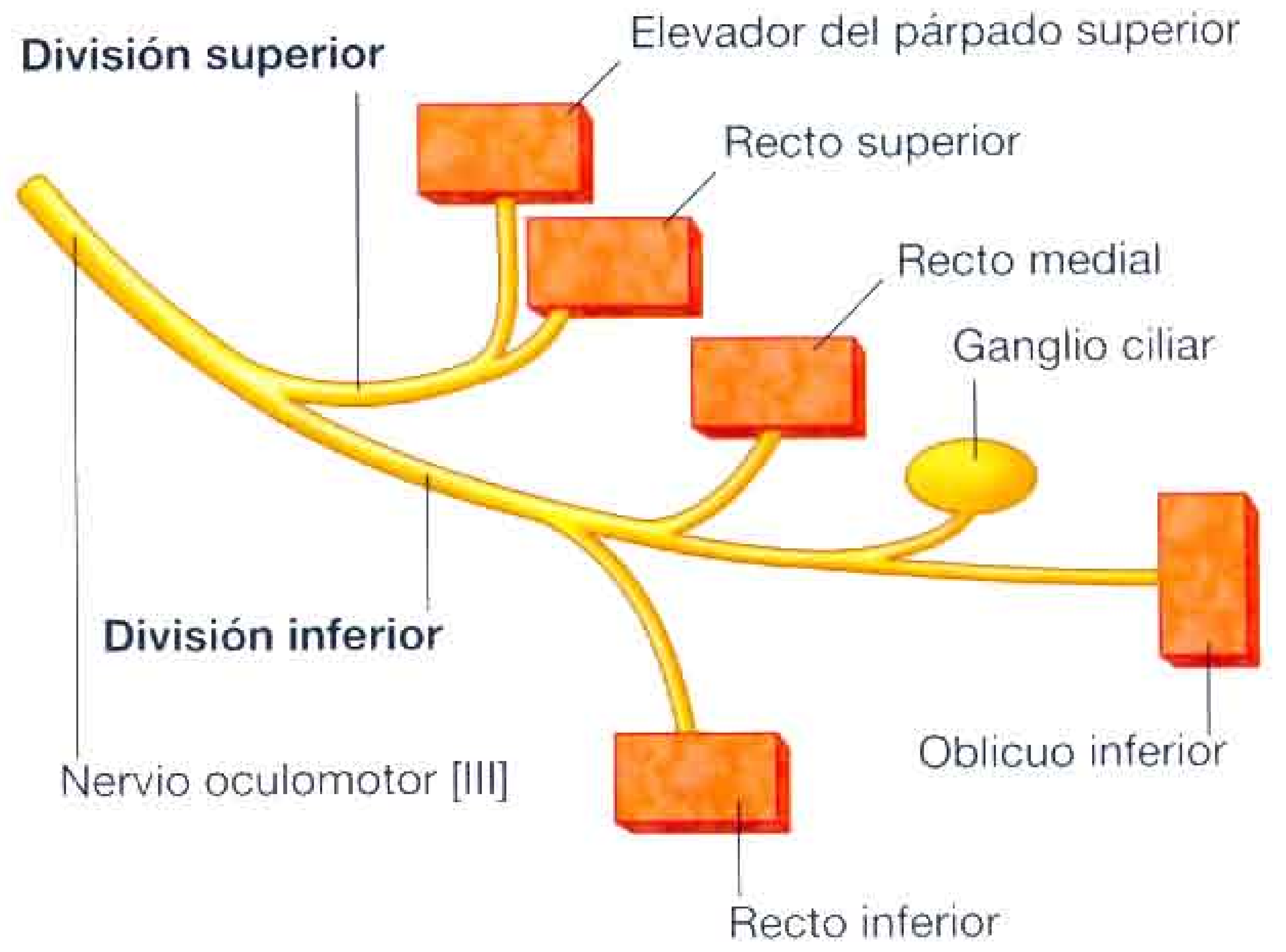


Fig. 8.95 Divisiones del nervio oculomotor [III].

Nervio abducens

El nervio abducens [VI] se origina en el tronco del encéfalo, entre la protuberancia y el bulbo raquídeo. Penetra en la duramadre que cubre el clivus y continúa en un conducto dural hasta alcanzar el seno cavernoso.

El nervio abducens discurre en el interior del seno cavernoso, lateral a la arteria carótida interna. Tras salir del seno cavernoso, penetra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior, por dentro del anillo tendinoso común (fig. 8.94). En el interior de la órbita se dirige lateralmente para inervar al músculo recto lateral.

Fibras simpáticas posganglionares

Las fibras simpáticas preganglionares surgen de los segmentos superiores de la médula espinal torácica, principalmente del segmento T1. Entran en la cadena simpática a través de los ramos comunicantes blancos y ascienden hasta llegar al **ganglio cervical superior**, donde sinaptan con las fibras simpáticas posganglionares.

Las fibras posganglionares se distribuyen junto a la arteria carótida interna y sus ramas.

Las fibras simpáticas posganglionares destinadas a la órbita viajan junto a la arteria oftálmica. En el interior de la órbita las fibras se distribuyen por el globo ocular:

- Tras atravesar el ganglio ciliar, sin establecer ninguna sinapsis, se unen a los nervios ciliares cortos, a través de los cuales se distribuyen por el globo ocular.
- A través de los nervios ciliares largos.

En el globo ocular, las fibras simpáticas posganglionares se encargan de la inervación del músculo dilatador de la pupila.

Nervio oftálmico [V_1]

El nervio oftálmico [V_1] es la más pequeña y la más superior de las tres divisiones del nervio trigémino. Este nervio puramente sensitivo recibe sus aferencias de las estructuras orbitarias y de ramas adicionales de la cara y del cuero cabelludo.

Tras abandonar el ganglio del trigémino, el nervio oftálmico [V_1] se dirige hacia delante en la pared lateral del seno cavernoso, inferior a los nervios troclear [IV] y oculomotor [III]. Inmediatamente antes de introducirse en la órbita, se divide en tres ramas: el nervio frontal, el nervio lagrimal y el nervio nasociliar (fig. 8.97). Estas ramas entran en la órbita por la fisura orbitaria superior, los nervios frontal y lagrimal por fuera del anillo tendinoso común y el nervio nasociliar por dentro del anillo (fig. 8.94).

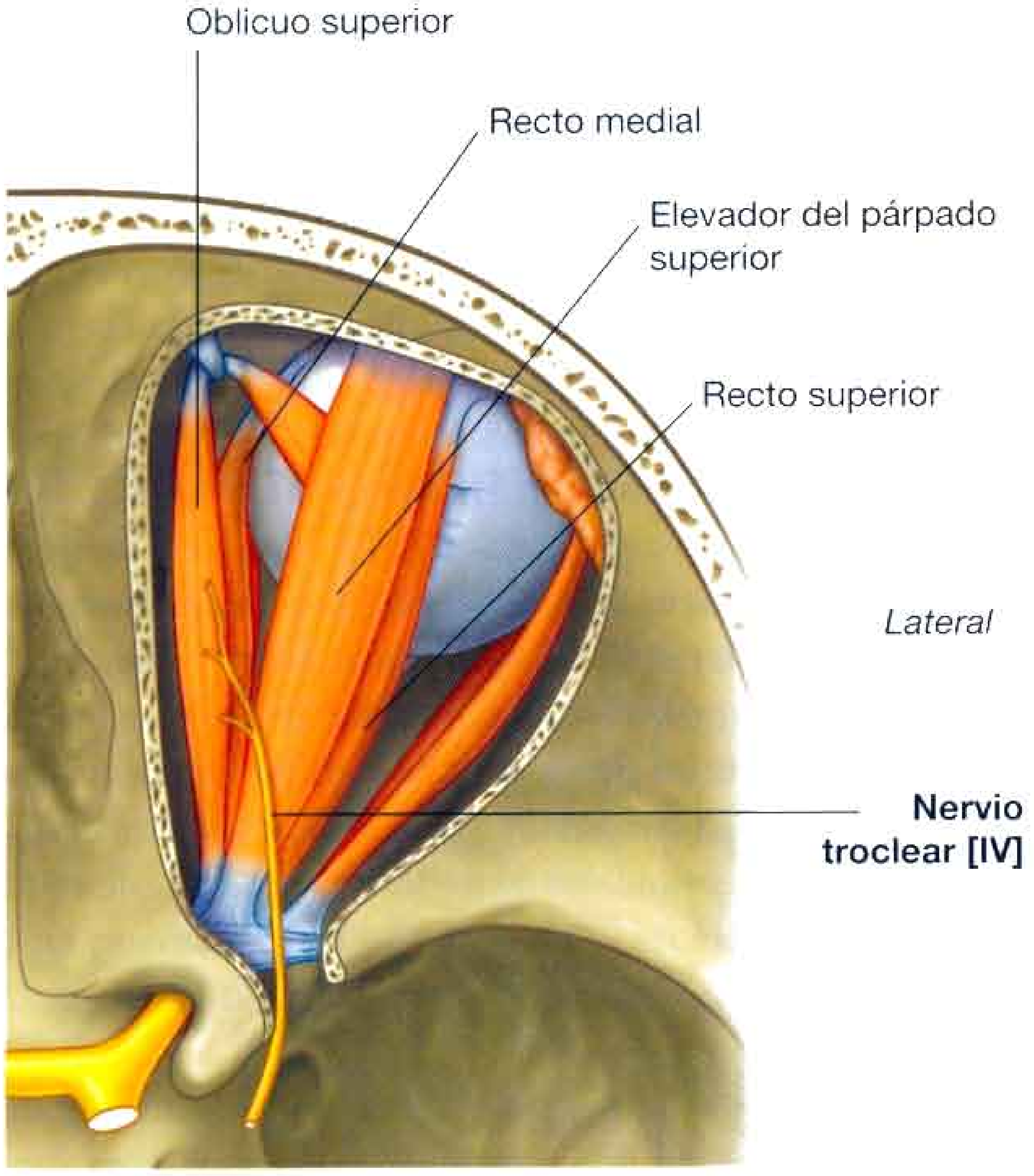


Fig. 8.96 Nervio troclear [IV] en la órbita.

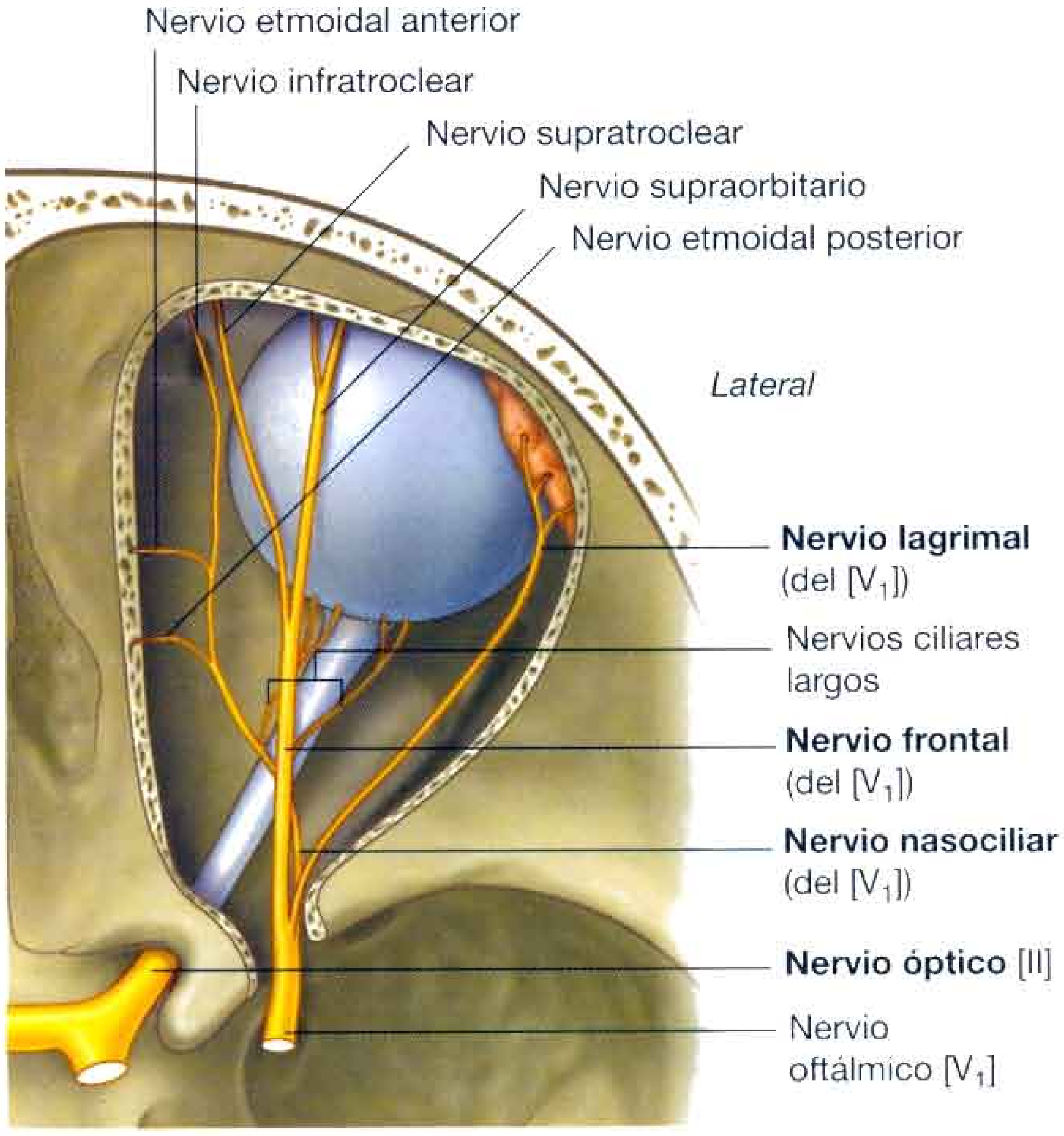


Fig. 8.97 Divisiones del nervio oftálmico [V_1].

Nervio lagrimal

El nervio lagrimal es la más pequeña de las tres ramas en las que se divide el nervio oftálmico [V_1]. Ya en el interior de la órbita se dirige hacia delante sobre el borde superior del músculo recto lateral (fig. 8.98). Recibe una rama del nervio cigomaticotemporal, que transporta fibras posganglionares simpáticas y parasimpáticas que se distribuyen por la glándula lagrimal.

Tras alcanzar la región orbitaria anterolateral, el nervio lagrimal inerva la glándula lagrimal, la conjuntiva y la porción lateral del párpado superior.

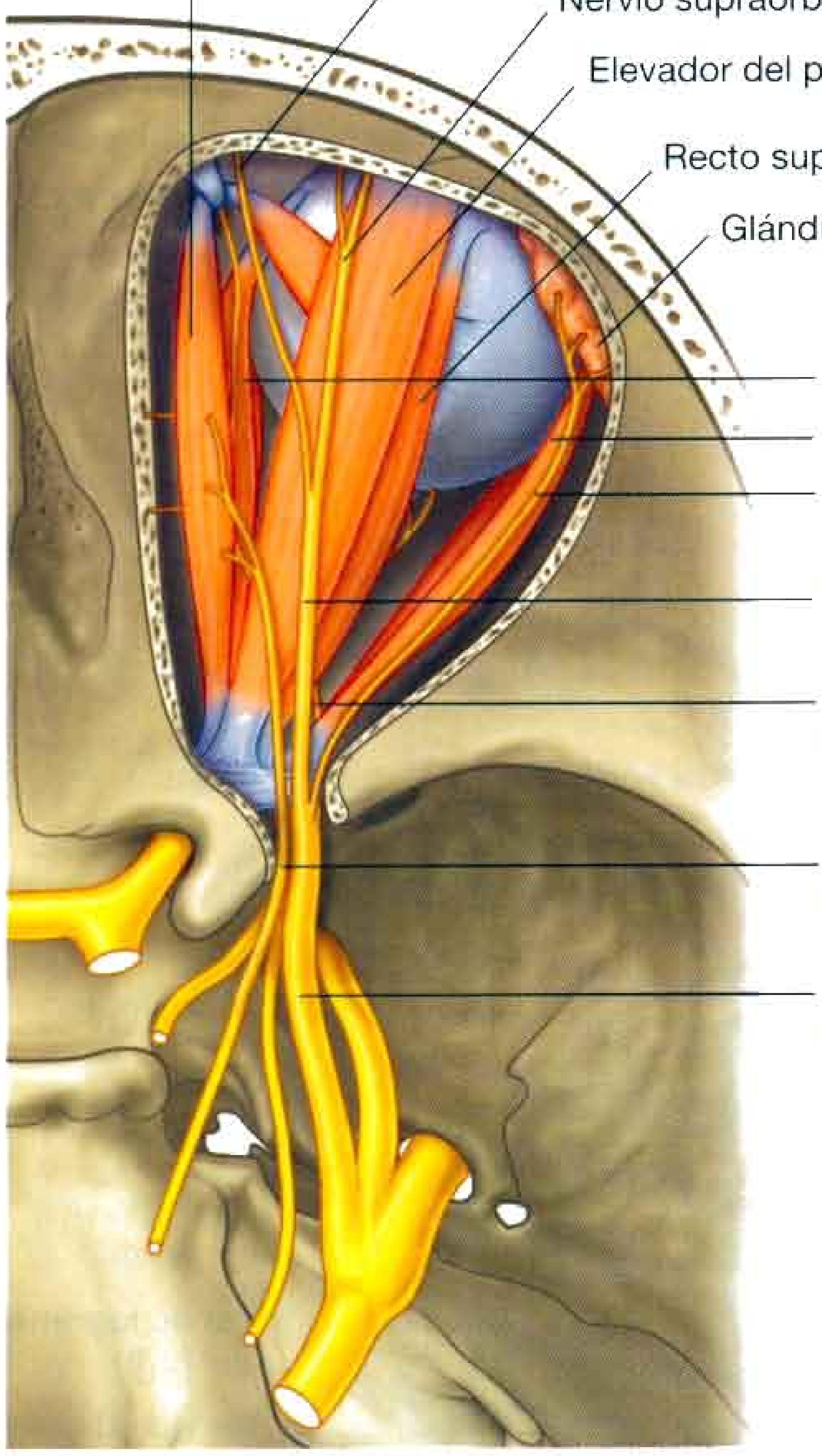


Fig. 8.98 Relaciones del nervio oftálmico [V_1] y de sus divisiones con los músculos extraoculares.

Nervio frontal

El nervio frontal es la rama del nervio oftálmico [V_1] de mayor tamaño y recibe aferencias sensitivas de zonas extraorbitarias. Tras abandonar la fisura orbitaria superior, esta rama se dirige anteriormente entre el músculo elevador del párpado superior y la periórbita del techo orbitario (fig. 8.94). En mitad de su recorrido se divide en dos ramas terminales: los nervios supraorbitario y supratroclear (figs. 8.97 y 8.98):

- El nervio supratroclear se dirige hacia delante siguiendo una dirección anteromedial, pasa por encima de la tróclea y abandona la órbita medial al agujero supraorbitario. Inerva la conjuntiva, la piel del párpado superior y la piel de la zona inferomedial de la frente.
- El nervio supraorbitario es la mayor de las dos ramas, discurre entre el músculo elevador del párpado superior y la periórbita que tapiza el techo de la órbita (fig. 8.98), abandona la órbita a través de la escotadura supraorbitaria y asciende a través de la frente y del cuero cabelludo. Inerva el párpado superior, la conjuntiva y desde la frente hasta la mitad del cuero cabelludo en dirección posterior.

Nervio nasociliar

El tamaño del nervio nasociliar es intermedio en relación con el de los nervios frontal y lagrimal. Suele ser la primera rama que emite el nervio oftálmico (fig. 8.97). Se sitúa el más profundo en la órbita, a la que accede por dentro del anillo tendinoso común, entre las ramas superior e inferior del nervio oculomotor [III] (fig. 8.94).

En el interior orbitario, el nervio nasociliar cruza la superficie superior del nervio óptico a medida que se dirige en dirección medial por debajo del músculo recto superior (figs. 8.97 y 8.99). Al inicio de su recorrido infraorbitario emite su primera rama, la **rama comunicante con el ganglio ciliar (raíz sensitiva del ganglio ciliar).** El nervio nasociliar continúa en dirección anterior a lo largo de la pared orbitaria medial, entre los músculos oblicuo superior y recto medial, dando lugar a las siguientes ramas:

- Los **nervios ciliares largos.** Son nervios sensitivos del globo ocular que también pueden transportar fibras simpáticas encargadas de la dilatación pupilar.
- El **nervio etmoidal posterior,** que abandona la órbita a través del agujero etmoidal posterior para inervar las celdillas aéreas etmoidales posteriores y el seno esfenoidal.

- El **nervio infratroclear**, que se distribuye por la región medial de los párpados superior e inferior, el saco lagrimal y la piel de la mitad superior de la nariz.
- El **nervio etmoidal anterior**, que abandona la órbita a través del agujero etmoidal anterior para inervar la fosa craneal anterior, la cavidad nasal y la piel de la mitad inferior de la nariz (figs. 8.97 y 8.99).

Ganglio ciliar

El ganglio ciliar es un ganglio parasimpático del nervio oculomotor [III]. Se asocia con la rama nasociliar del nervio oftálmico [V_1] y es donde sinaptan las fibras preganglionares de esta región de la división autónoma del SNP antes de dirigirse al globo ocular por medio de las fibras posganglionares. El ganglio ciliar también está atravesado por fibras simpáticas posganglionares y por fibras sensitivas que se dirigen hacia el globo ocular.

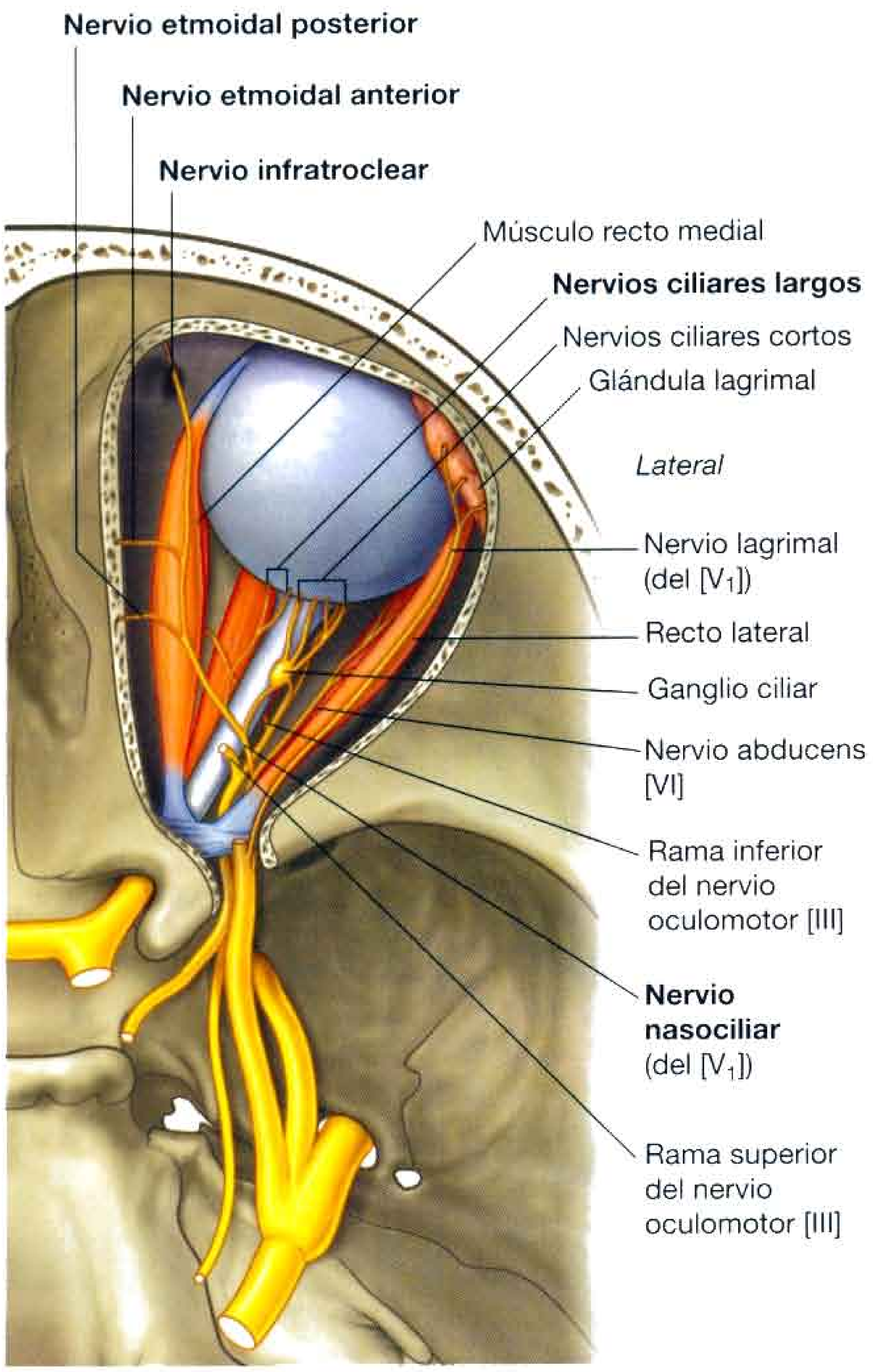


Fig. 8.99 Recorrido del nervio nasociliar [V_1] en el globo ocular.

El ganglio ciliar posee un tamaño muy pequeño y se localiza en la región posterior de la órbita, inmediatamente lateral al nervio óptico, entre dicho nervio y el músculo recto lateral (fig. 8.99). Suele recibir al menos dos, y puede que tres, ramas o raíces de otros nervios en la órbita.

Raíz parasimpática

Cuando la rama inferior del nervio oculomotor [III] discurre próxima al ganglio ciliar, emite una rama a dicho ganglio (la raíz parasimpática). La rama parasimpática transporta fibras parasimpáticas preganglionares que penetran en el ganglio ciliar y sinaptan con las fibras parasimpáticas posganglionares (fig. 8.100).

Las fibras parasimpáticas posganglionares abandonan el ganglio ciliar por medio de los nervios ciliares cortos, que se introducen en el globo ocular por su región posterior, alrededor del nervio óptico.

En el interior del globo ocular, las fibras parasimpáticas inervan:

- El músculo esfínter de la pupila, responsable de la contracción de la pupila.
- El músculo ciliar, encargado de la acomodación del cristalino para la visión cercana.

Raíz sensitiva

El ganglio ciliar recibe una segunda rama (la raíz sensitiva), procedente del nervio nasociliar (fig. 8.100). Esta rama penetra por la región posterosuperior del ganglio ciliar y transporta fibras sensitivas, que atraviesan el ganglio y continúan por los nervios ciliares cortos hasta alcanzar el globo ocular. Estas fibras son las responsables de la inervación sensitiva de todos los componentes del globo ocular.

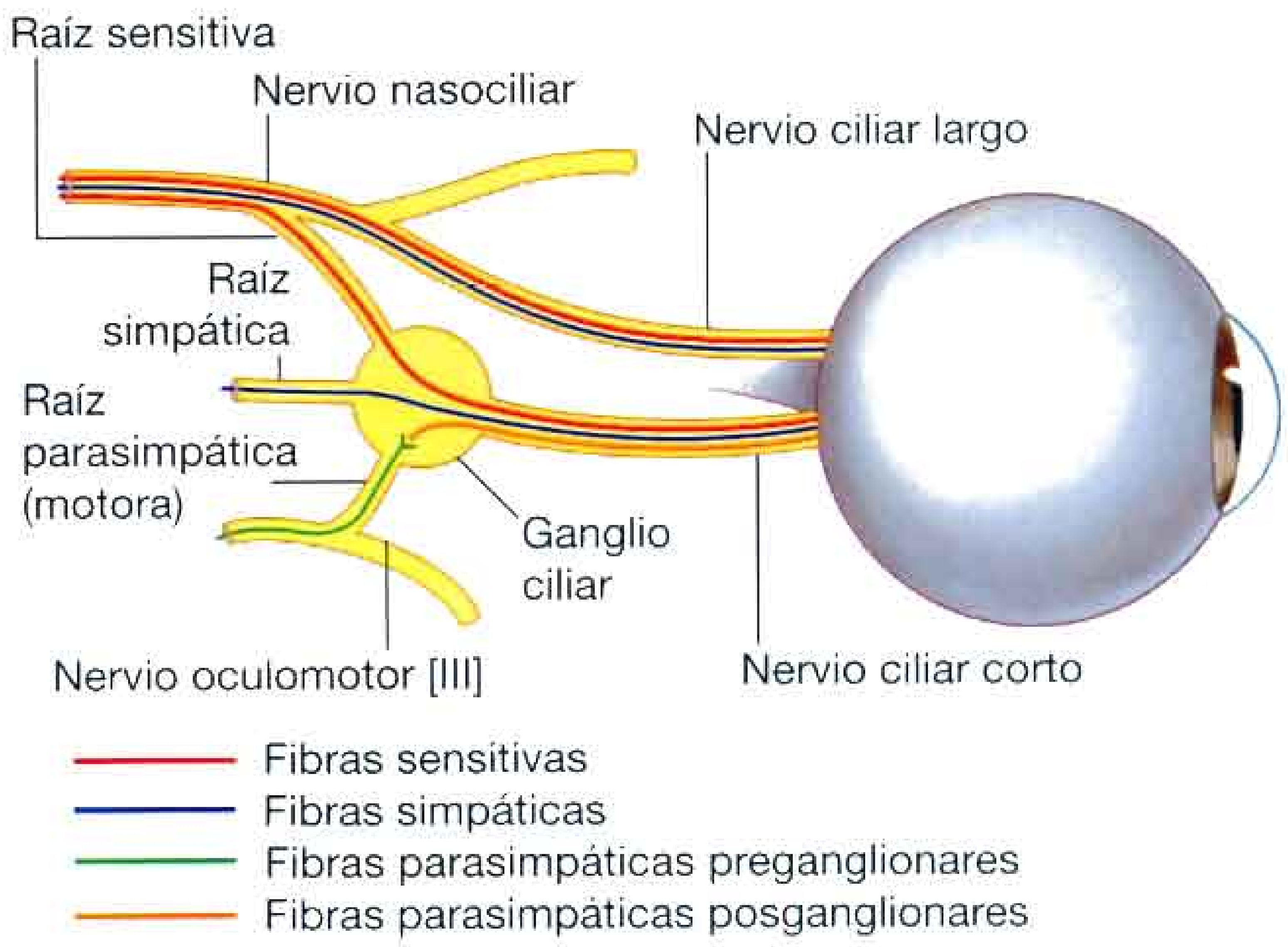


Fig. 8.100 Ganglio ciliar.

Raíz simpática

La tercera rama que alcanza el ganglio ciliar, la raíz simpática, es la más variable. Cuando está presente, transporta las fibras simpáticas posganglionares desde el ganglio cervical superior (fig. 8.100). Estas fibras ascienden por la arteria carótida interna, abandonan el plexo que rodea a la arteria en el seno cavernoso y acceden a la órbita a través del anillo tendinoso común. En la órbita alcanzan el ganglio ciliar por su región posterior, lo atraviesan y salen del mismo en dirección al globo ocular por medio de los nervios ciliares cortos.

Las fibras simpáticas del globo ocular no siempre penetran en el ganglio ciliar como una rama separada. Las fibras simpáticas posganglionares pueden abandonar el plexo asociado a la arteria carótida interna en el seno cavernoso, unirse al nervio oftálmico [V_1] y alcanzar el ganglio ciliar por medio de la raíz sensitiva del nervio nasociliar.

Con independencia de su recorrido, las fibras simpáticas posganglionares terminan alcanzando el globo ocular, donde inervan al músculo dilatador de la pupila.

Globo ocular

El globo ocular es un órgano esférico que ocupa la región anterior de la órbita. Su morfología redondeada se ve interrumpida anteriormente por la existencia de una zona que protruye. Esta protrusión corresponde a la córnea, una capa transparente que representa alrededor de un sexto del área total del globo ocular (fig. 8.101).

Posterior a la córnea y en un sentido anteroposterior se encuentran la cámara anterior, el iris con la pupila, la cámara posterior, el cristalino, el cuerpo vítreo y la retina.

Cámara anterior y cámara posterior

La **cámara anterior** es el espacio limitado por la corneal posteriormente y la anterior a la región coloreada del ojo **(iris)**. La **pupila** es la abertura central del iris. Posterior al iris y anterior al cristalino se encuentra la **cámara posterior**, más pequeña.

Las cámaras anterior y posterior se comunican a través de la abertura pupilar. Están ocupadas por un líquido **(humor acuoso)** que es secretado en la cámara posterior, desde

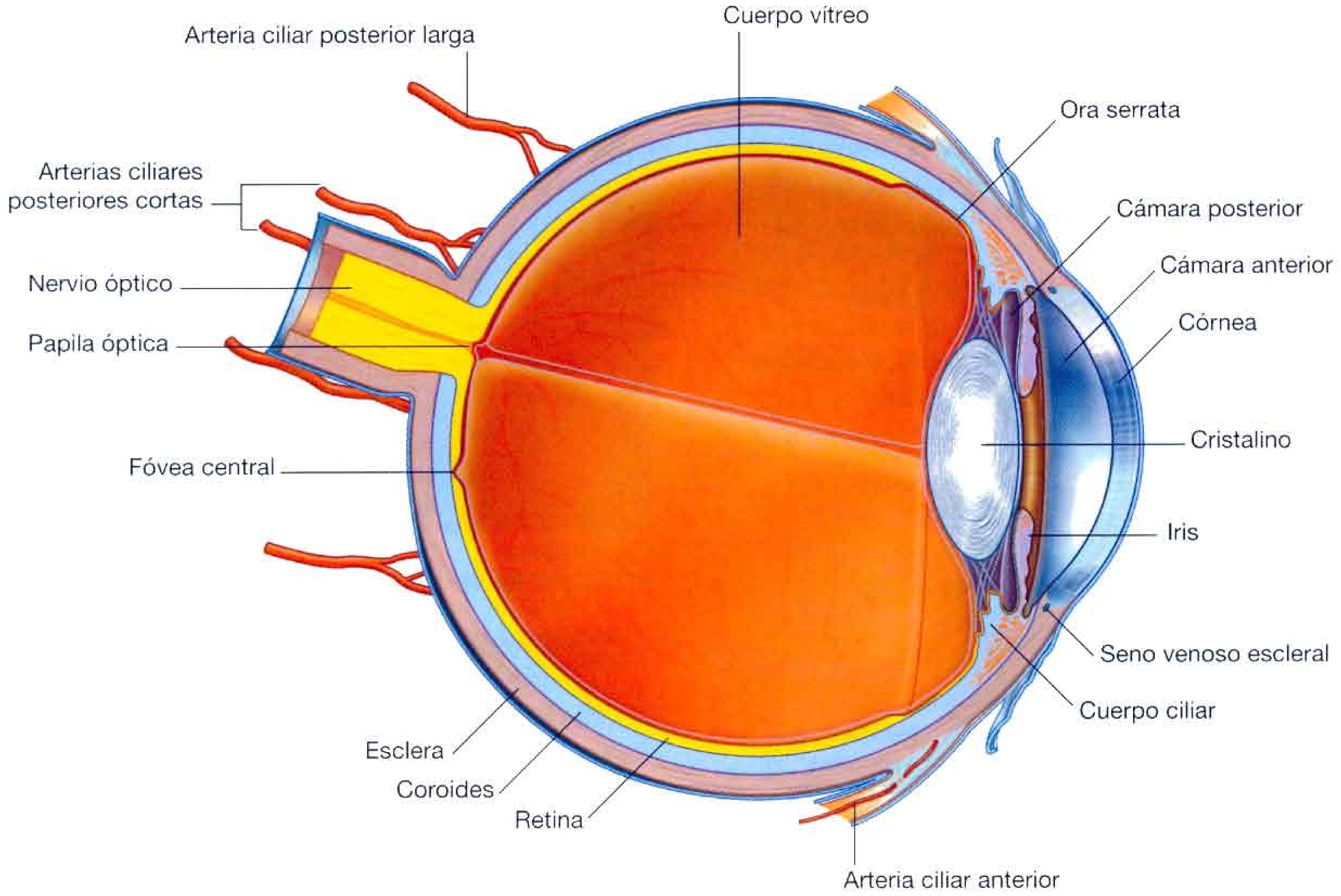


Fig. 8.101 Globo ocular.

donde circula hacia la cámara anterior a través de la pupila y es reabsorbido por el **seno venoso escleral** (el canal de Schlemm), un conducto venoso circular localizado en la unión entre la córnea y el iris (fig. 8.101).

El humor acuoso contiene los nutrientes para la córnea y el cristalino, dos estructuras avasculares, y mantiene la presión intraocular. *Las alteraciones del ciclo de producción y absorción del humor acuoso que resultan en una mayor cantidad del mismo se traducen en una elevación de la presión intraocular. Esta patología (glaucoma) puede dar lugar a diversos problemas visuales.*

Cristalino y humor vítreo

El **cristalino** separa la quinta parte anterior del globo ocular de los cuatro quintos posteriores (fig. 8.101). Es un disco elástico, transparente y biconvexo que se inserta por su circunferencia a los músculos asociados con la pared externa del globo ocular. Esta inserción lateral permite al cristalino modificar sus propiedades refractarias con el fin de mantener la agudeza visual. *El término clínico catarata hace referencia a la presencia de una opacidad cristaliniana.*

Las cuatro quintas partes posteriores del globo ocular, desde el cristalino hasta la retina, se encuentran ocupadas por el cuerpo vítreo (fig. 8.101), rellena por una sustancia transparente y gelatinosa, el **cuerpo vítreo (humor vítreo).** A diferencia del humor acuoso, el humor vítreo no puede ser sustituido.

Paredes del globo ocular

Las paredes del globo ocular, que envuelven los componentes internos del mismo, constan de tres capas: una capa fibrosa externa, una capa vascular intermedia y una capa retiniana interna (fig. 8.101).

- La capa fibrosa externa está formada por la esclera posteriormente y la córnea anteriormente.
- La capa vascular intermedia se compone por la **coroides** posteriormente y el cuerpo ciliar y el iris anteriormente.
- La capa interna consta de la porción de **retina** óptica posteriormente y de la porción de retina que no participa en la visión y que tapiza la superficie interna del cuerpo ciliar y del iris anteriormente.

Vasos

Irrigación arterial

El globo ocular recibe su irrigación a través de diversas fuentes:

- Las arterias ciliares posteriores cortas, ramas de la arteria oftálmica, atraviesan la esclera alrededor del nervio óptico y penetran en la capa coroidea (fig. 8.101).
- Las arterias ciliares posteriores largas, generalmente en número de dos, entran en la esclera medial y lateral al nervio óptico, dirigiéndose anteriormente en la capa coroidea hasta anastomosarse con las arterias ciliares anteriores.
- Las arterias ciliares anteriores son ramas de las arterias que irrigan a los músculos (fig. 8.101), estas arterias atraviesan la esclera en las zonas de inserción muscular y se anastomosan con las arterias ciliares posteriores largas en la capa coroidea.
- La arteria central de la retina, que a través del nervio óptico alcanza la papila óptica y la retina.

Drenaje venoso

El drenaje venoso del globo ocular se realiza principalmente a través de la capa coroidea. En este proceso participan cuatro venas de gran tamaño (las **venas vorticosas**). Estas venas salen a través de la esclera de cada uno de los cuatro cuadrantes posteriores del globo ocular y drenan en las venas oftálmicas superior e inferior. También existe una vena central de la retina que acompaña a la arteria del mismo nombre.

Conceptos prácticos

Glaucoma

Cuando el ciclo normal de producción y reabsorción del humor acuoso se altera y aumenta la cantidad del mismo, el resultado es una elevación de la presión intraocular. Esta patología, conocida como glaucoma, puede dar lugar a diversas alteraciones visuales, incluida la ceguera, por la compresión que sufren tanto la retina como los vasos que la irrigan.

Conceptos prácticos

Cataratas

El cristalino se opacifica a medida que avanza la edad del paciente, o en ciertas condiciones patológicas. El aumento de la opacidad del cristalino resulta en unas dificultades visuales cada vez mayores. La eliminación del cristalino «turbio» y su sustitución por una lente artificial es un procedimiento quirúrgico frecuente.

Conceptos prácticos

Oftalmoscopia

En la mayor parte de los casos, la cámara posterior (vítrea) del ojo puede visualizarse de un modo directo mediante el empleo de un oftalmoscopio, que consta de una pequeña fuente de iluminación que funciona mediante pilas y una lente pequeña, que permite la exploración directa del cuerpo vítreo y de las paredes posteriores del ojo a través de la pupila y del cristalino. Para obtener una mejor visualización, en ocasiones es necesario dilatar la pupila mediante un fármaco.

El nervio óptico se visualiza fácilmente así como la fóvea y las cuatro ramas principales de la arteria central de la retina.

Mediante esta exploración pueden descartarse enfermedades del nervio óptico, anomalías vasculares y patologías retinianas (fig. 8.102).

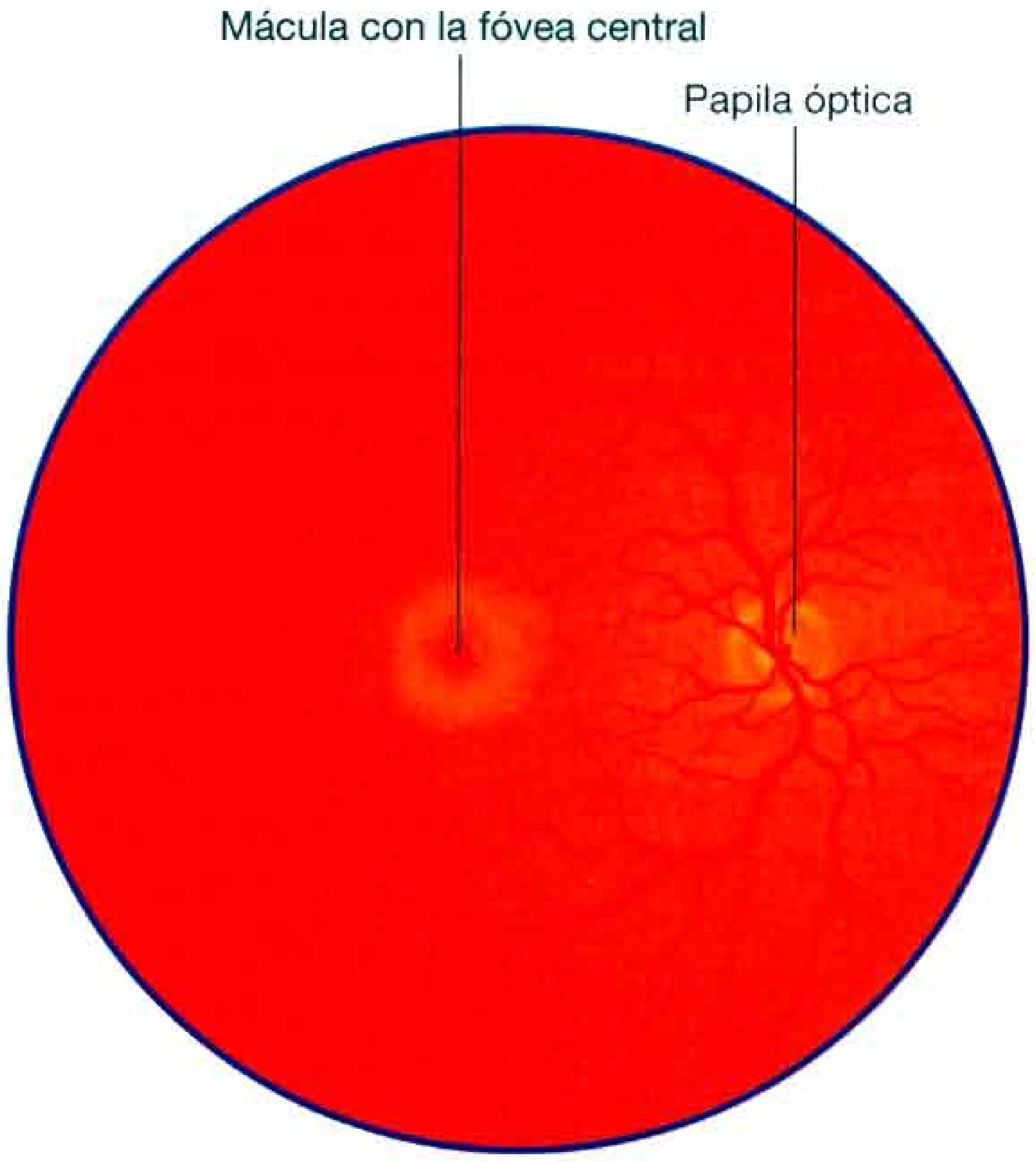


Fig. 8.102 Visión oftalmoscópica de la cámara posterior del ojo.

Capa fibrosa del globo ocular

La capa fibrosa del globo ocular se compone de dos partes: la esclera, que abarca las zonas laterales y posterior del globo ocular, casi las cinco sextas partes de su superficie; y la córnea, que cubre el polo anterior (fig. 8.101).

Esclera

La esclera o «parte blanca del ojo» es una capa opaca de tejido conjuntivo denso, visible en la porción anterior del ojo a través de la conjuntiva que la cubre. Se encuentra atravesada por numerosos vasos y nervios entre los que se incluye el nervio óptico en el polo posterior; y en ella se insertan los músculos implicados en la motilidad ocular extrínseca.

La superficie escleral externa se encuentra cubierta por la vaina del globo ocular desde la entrada del nervio óptico hasta la unión corneoescleral. Por su superficie interna, la esclera mantiene uniones laxas con la coroides de la capa vascular.

Córnea

La córnea es la cubierta transparente que continúa a la esclera anteriormente. Representa un sexto de la superficie anterior del globo ocular y al ser transparente permite la entrada de la luz al interior del mismo.

Capa vascular del globo ocular

La capa vascular del globo ocular se compone de tres partes continuas, que en dirección posteroanterior son la coroides, el cuerpo ciliar y el iris (fig. 8.101).

Coroides

La coroides es la zona posterior de la capa vascular y representa alrededor de dos tercios de la misma. Es una capa fina y pigmentada, muy vascularizada, que se compone de vasos de pequeño calibre próximos a la retina y vasos mayores en las zonas más periféricas. La unión de su superficie interna con la retina es firme, mientras que la unión de su superficie externa con la esclera es más laxa.

Cuerpo ciliar

El cuerpo ciliar se extiende a partir del límite anterior de la coroides (fig. 8.101). Esta estructura de forma triangular que se encuentra entre la coroides y el iris, forma un anillo completo alrededor del globo ocular y está integrado por el músculo ciliar y los procesos ciliares (fig. 8.103).

El **músculo ciliar** se compone de fibras de músculo liso dispuestas de forma longitudinal, circular y radial. Recibe su inervación a partir de las fibras parasimpáticas que penetran

en la órbita junto al nervio oculomotor [III] y su contracción produce una disminución del tamaño del anillo que forma el cuerpo ciliar.

Los **procesos ciliares** son crestas longitudinales que se proyectan desde la superficie interna del cuerpo ciliar (fig. 8.103). A partir de los procesos ciliares se extienden las **fibras zonulares**, que se insertan en el cristalino y lo mantienen en su posición anatómica. Las fibras zonulares en conjunto se denominan **ligamento suspensorio del cristalino.**

La contracción del músculo ciliar disminuye el tamaño del anillo que forma el cuerpo ciliar, reduce la tensión del ligamento suspensorio del cristalino y permite que éste adopte una morfología más redondeada (relajada). De este modo se produce la acomodación del cristalino para la visión cercana.

Los procesos ciliares también se encargan de la producción del humor acuoso.

Iris

El iris es la porción anterior de la capa vascular del globo ocular (fig. 8.101). Esta estructura circular que se proyecta a partir del cuerpo ciliar es la parte coloreada del ojo y presenta una abertura central (la pupila). El tamaño pupilar está controlado por fibras de músculo liso que se encuentran en el interior del iris (fig. 8.103):

- Las fibras del músculo **esfínter de la pupila** se disponen de modo circular (tabla 8.9), reciben su inervación del sistema parasimpático, y su contracción disminuye la abertura pupilar.
- Las fibras del músculo **dilatador de la pupila** se disponen de modo radial, reciben su inervación del sistema simpático, y su contracción aumenta o dilata el tamaño de la pupila.

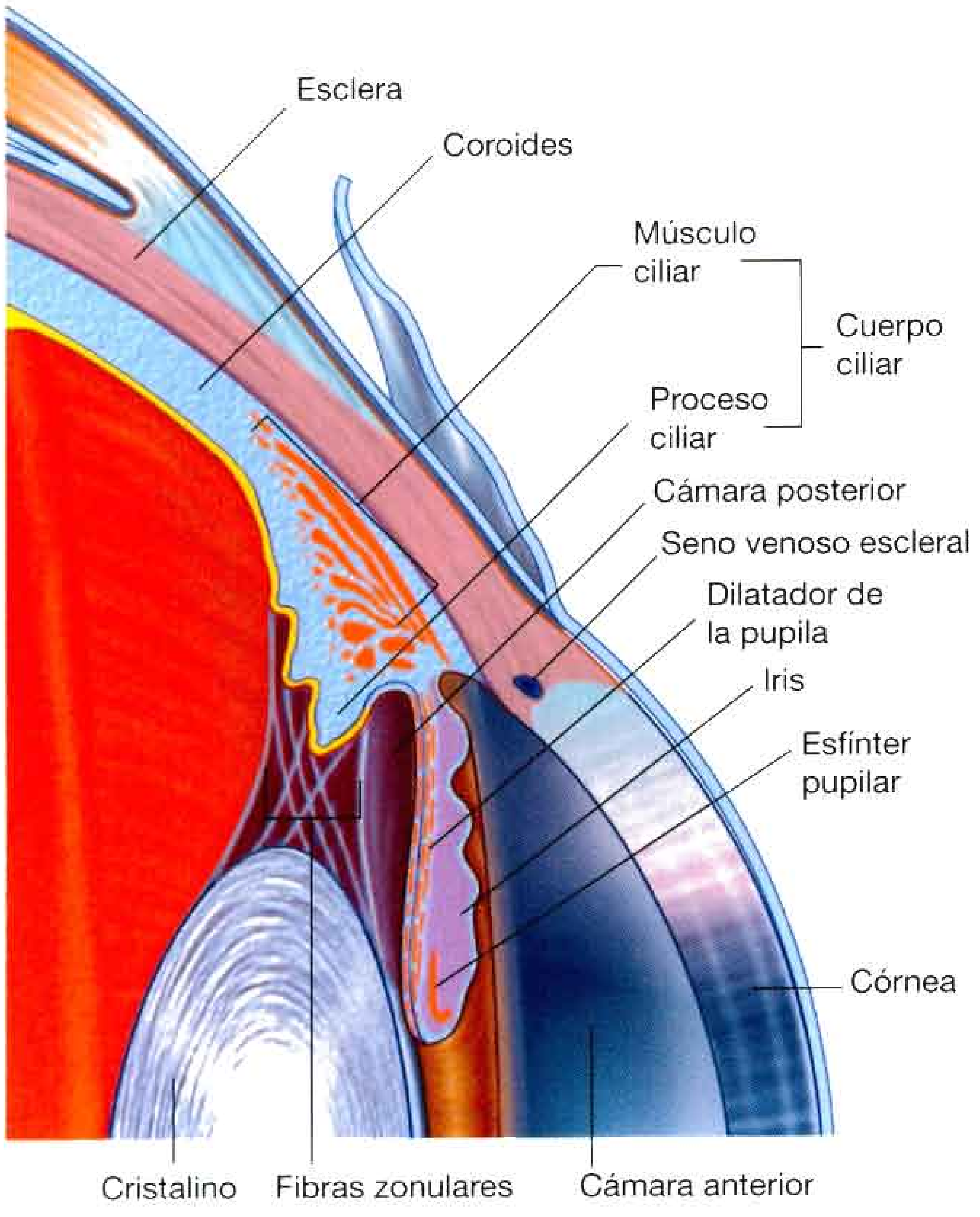


Fig. 8.103 Cuerpo ciliar.

Capa interna del globo ocular

La retina es la capa interna del globo ocular (fig. 8.101). Consta de dos partes: la **porción óptica de la retina**, sensible a la luz y ubicada posterior y lateralmente; y la **retina no visual**, situada anteriormente, tapizando la superficie interna del cuerpo ciliar y del iris. La unión entre ambas partes de la retina se realiza por medio de una línea irregular (la **ora serrata**).

Porción óptica de la retina

La porción óptica de la retina consta de dos capas, una capa pigmentada externa y una capa neural interna:

- La **capa pigmentada** se encuentra firmemente unida a la coroides y se continúa hacia delante sobre la superficie interna del cuerpo ciliar y del iris.
- La **capa neural** está formada por diversos componentes neurales, y sólo se encuentra unida a la capa pigmentada alrededor del nervio óptico y en la ora serrata.

La capa neural es la capa que se separa en los desprendimientos de retina.

En la zona posterior de la porción óptica de la retina se distinguen varias estructuras importantes.

La **papila óptica** es la región por la que el nervio óptico abandona la retina (fig. 8.102). Posee una coloración más clara que la de la retina adyacente y sobre su superficie se observa la salida de la arteria central de la retina y sus ramificaciones en los vasos que irrigan la retina. La papila óptica se conoce como la mancha ciega de la retina ya que carece de fotorreceptores sensibles a la luz.

Lateral a la papila óptica se encuentra la **mácula**, una zona de pequeño tamaño y con una leve coloración amarillenta que posee una depresión central, la **fóvea central** (fig. 8.102). La mácula es la zona de retina más delgada y la de mayor agudeza visual ya que posee menor número de **bastones** (receptores sensibles a la luz que funcionan en la oscuridad y son insensibles a los colores) y mayor concentración de **conos** (los receptores sensibles a la luz que funcionan bajo condiciones de luminosidad y son sensibles a los colores).

Tabla 8.9 Musculatura intrínseca del ojo

Músculo	Situación	Inervación	Acción
Ciliar	Fibras musculares del cuerpo ciliar	Parasimpática del nervio oculomotor [III]	Contracción del cuerpo ciliar, relajación de la tensión del cristalino, el cristalino se vuelve más redondeado
Esfínter de la pupila	Fibras musculares en el iris	Parasimpática del nervio oculomotor [III]	Constricción pupilar
Dilatador de la pupila	Fibras musculares dispuestas radialmente en el iris	Simpática del ganglio cervical superior (T1)	Dilatación pupilar

OÍDO

El oído es el órgano encargado de la audición y del equilibrio. Se compone de tres partes (fig. 8.104):

- La primera parte es el **oído externo**, formado por un órgano localizado en la zona lateral de la cabeza y un conducto que se dirige hacia el interior.
- La segunda parte es el **oído medio**, una cavidad ubicada en la porción petrosa del hueso temporal, limitada lateralmente por una membrana que la separa del conducto externo, e internamente se comunica con la faringe a través de otro estrecho conducto.
- La tercera parte es el **oído interno**, que consiste en una serie de cavidades alojadas en el interior de la porción petrosa del hueso temporal, entre el oído medio lateralmente y el meato acústico interno medialmente.

El oído interno transforma las señales mecánicas recibidas del oído medio, originadas a su vez por el sonido captado por el oído externo, en señales eléctricas que transfieren la información al cerebro. El oído interno también contiene receptores que detectan la posición y el movimiento.

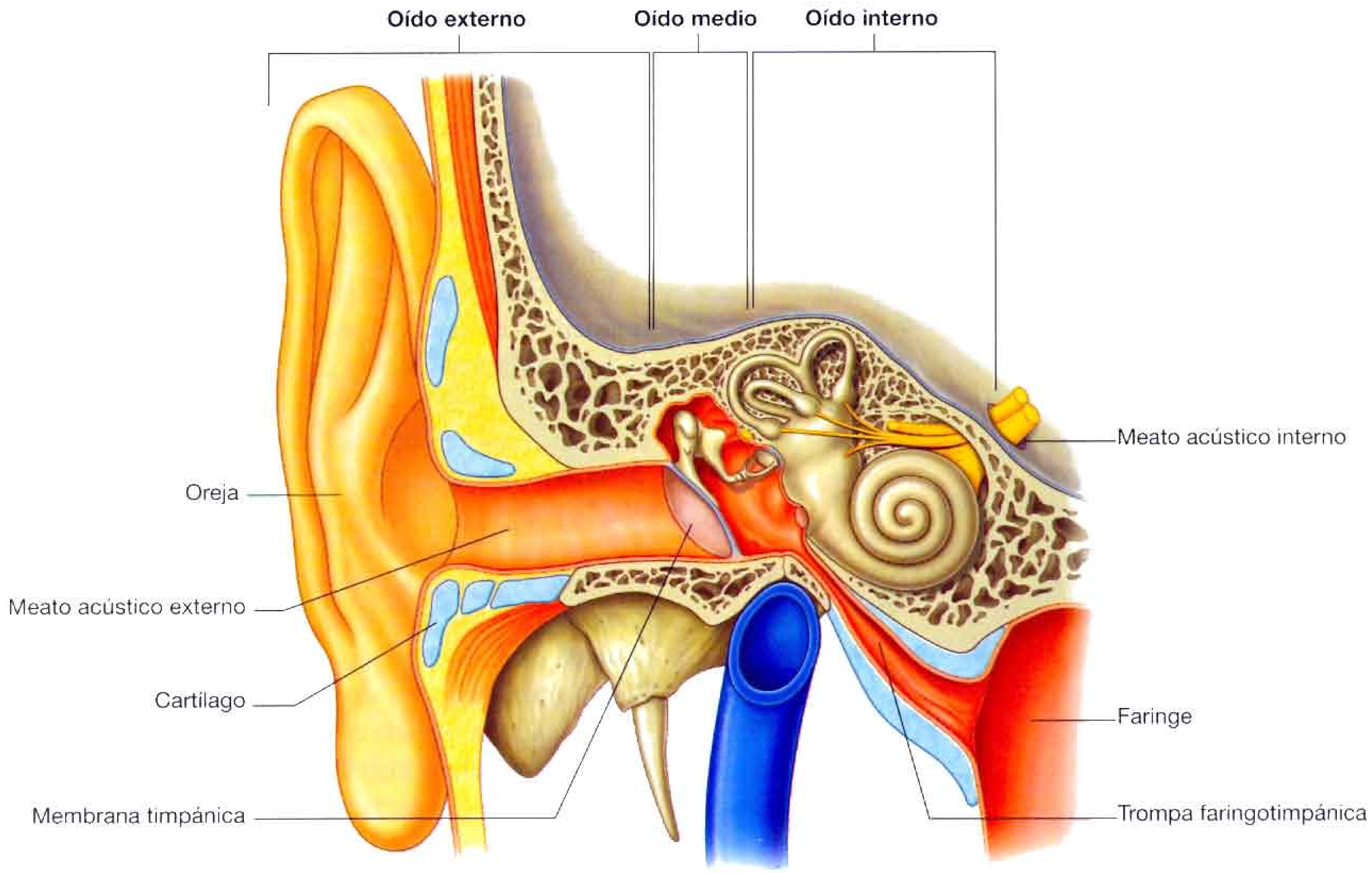


Fig. 8.104 Oído.

Oído externo

El oído externo se compone de dos partes. La estructura que se proyecta a ambos lados de la cabeza es la **oreja** o pabellón auricular **(pinna)** y el canal que se dirige hacia el interior es el **conducto auditivo externo.**

Oreja

Las orejas se localizan a ambos lados de la cabeza y se encargan de la captación del sonido. Están compuestas de cartílago cubierto por piel y en su morfología se distinguen una serie de elevaciones y depresiones (fig. 8.105).

El reborde externo de la oreja o **hélix** termina inferiormente en el lóbulo de la oreja, la única zona de la oreja que posee una consistencia carnosa por carecer de cartílago.

El conducto auditivo externo parte de la región más profunda de la depresión central, o **concha de la oreja.**

El **trago** es una elevación anterior a la abertura del conducto auditivo externo, por delante de la concha. El **antitrago** es otra elevación que se encuentra por encima del lóbulo de la oreja, enfrente del trago. El **antehélix** es otro reborde curvo, de menor tamaño paralelo y anterior al hélix.

Músculos

En la oreja encontramos numerosos músculos intrínsecos y extrínsecos asociados:

- Los músculos intrínsecos se disponen entre las porciones cartilaginosas de la oreja y pueden modificar la morfología de la misma.
- Los músculos extrínsecos son los músculos auricular anterior, auricular superior y auricular posterior. Se trata de músculos que, tras insertarse en la oreja a partir de su origen en el cráneo o en el cuero cabelludo, pueden desempeñar un papel en la orientación de la oreja.

Ambos grupos musculares se encuentran inervados por el nervio facial [VII].

Inervación

La inervación sensitiva del pabellón auricular procede de diversas fuentes (fig. 8.106):

- Las regiones más superficiales de la oreja reciben su inervación a través de los nervios occipital menor y auricular mayor, el plexo cervical, y la rama auriculotemporal del nervio mandibular [V_3].
- Las regiones más profundas de la oreja están inervadas por ramas del nervio facial [VII] y del nervio vago [X].

Vasos

La irrigación arterial de la oreja posee múltiples fuentes. La arteria carótida externa proporciona la arteria auricular posterior, la arteria temporal superficial emite ramas auriculares anteriores y la arteria occipital proporciona una rama.

El drenaje venoso se realiza por medio de los vasos que acompañan a las arterias.

El drenaje linfático de la oreja sigue anteriormente hasta los nódulos parotídeos y posteriormente hasta los nódulos mastoideos y posiblemente hasta los nódulos cervicales superiores profundos.

Fig. 8.105 Oreja.

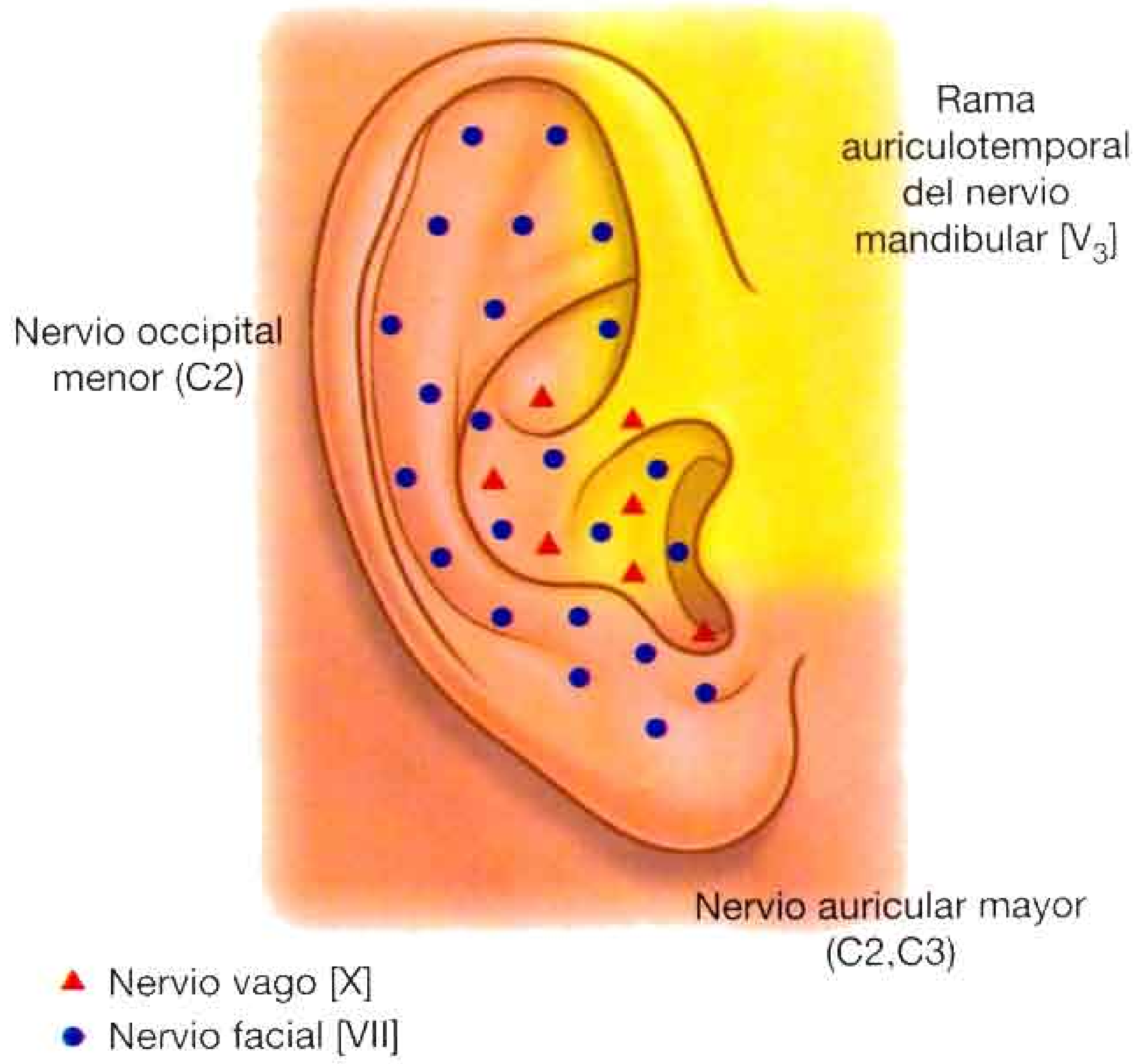


Fig. 8.106 Inervación sensitiva de la oreja.

Conducto auditivo externo

El conducto auditivo externo se extiende desde la profundidad de la concha hasta la **membrana timpánica** (tímpano), cubriendo una distancia aproximada de 2,5 cm (1 pulgada). Sus paredes se componen de hueso y cartílago. El tercio lateral está integrado por extensiones cartilaginosas de algunos de los cartílagos auriculares y los dos tercios mediales se corresponden con un conducto óseo excavado en el hueso temporal.

El conducto auditivo externo está tapizado en toda su longitud por piel, que en ciertas zonas posee pelos y glándulas sudoríparas modificadas, productoras de **cerumen** (cera de los oídos). Su diámetro es variable, mayor en su zona externa y menor en la interna.

El recorrido del conducto auditivo externo no es recto. Desde su orificio externo sigue primero un curso anterosuperior, continúa en dirección ligeramente posterosuperior y en su último tramo realiza un suave descenso en dirección anterior. *La exploración del conducto auditivo externo y de la membrana timpánica se ve facilitada traccionando el pabellón auricular en dirección superior, posterior y ligeramente lateral.*

Inervación

El conducto auditivo externo recibe su inervación sensitiva por medio de diversos nervios craneales. Las aferencias sensitivas más importantes viajan a través de las ramas del nervio auriculotemporal, una rama del nervio mandibular [V_3] y de la rama auricular del nervio vago [X]. Las ramas del nervio facial [VII] pueden transportar aferencias sensitivas secundarias.

Membrana timpánica

La membrana timpánica separa el conducto auditivo externo del oído medio (figs. 8.108 y 8.109). Está en ángulo inclinado medialmente de craneal a caudal y de posterior a anterior; de modo que su superficie lateral se orienta inferior y anteriormente. Está compuesta por un núcleo de tejido conjuntivo cuya superficie externa se encuentra tapizada por piel y la interna por una membrana mucosa.

La membrana timpánica se inserta en la porción timpánica del hueso temporal por medio de un **anillo fibrocartilaginoso** existente a lo largo de su reborde periférico. En el centro de la membrana se observa una concavidad causada por la inserción en su superficie interna del extremo inferior del **mango del martillo**, una parte del hueso martillo del oído medio. Este punto de inserción constituye el **ombligo de la membrana del tímpano.**

Durante la exploración otoscópica de la membrana timpánica generalmente puede observarse un reflejo luminoso brillante anteroinferior al ombligo, denominado pirámide de luz.

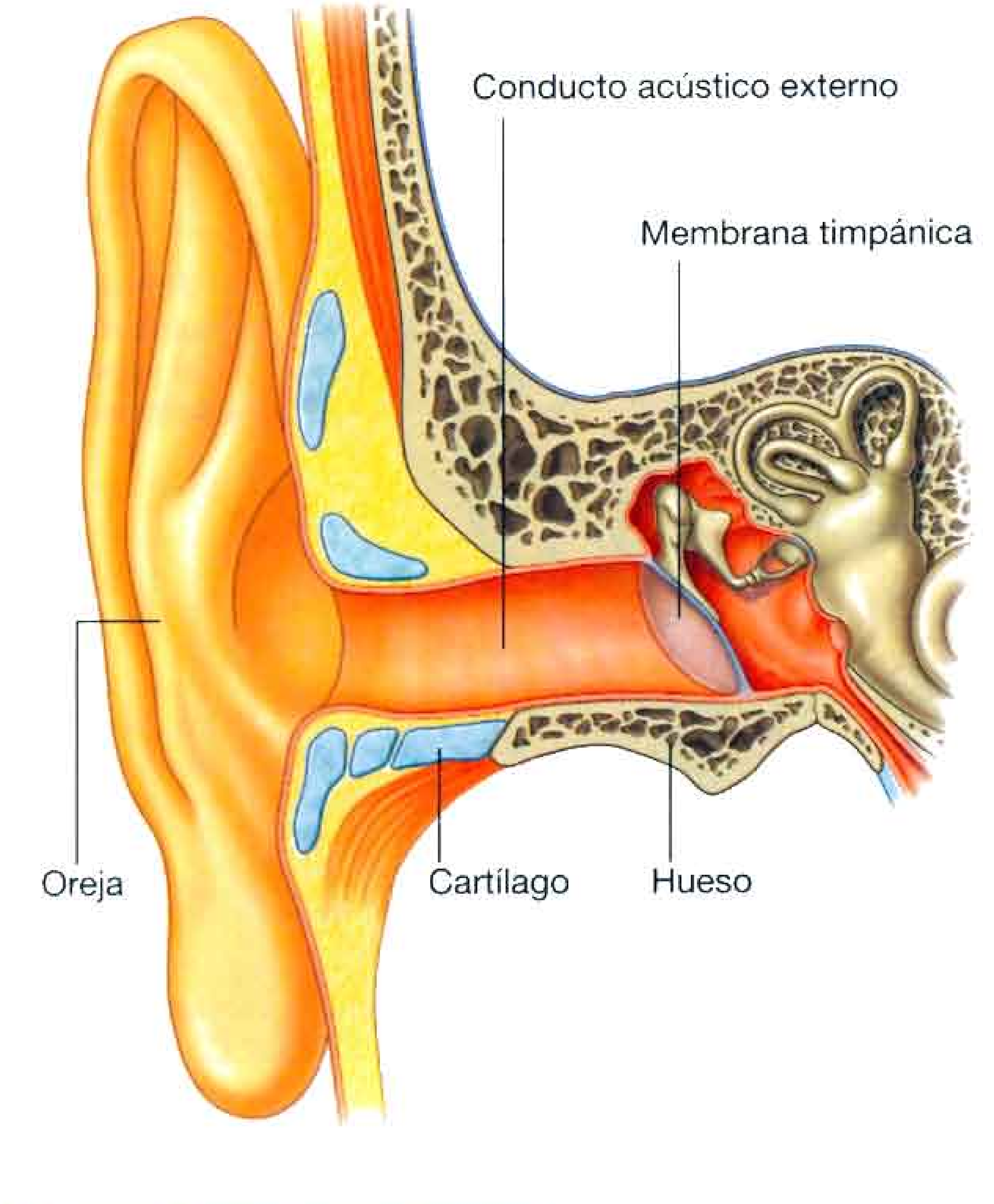


Fig. 8.107 Meato acústico externo.

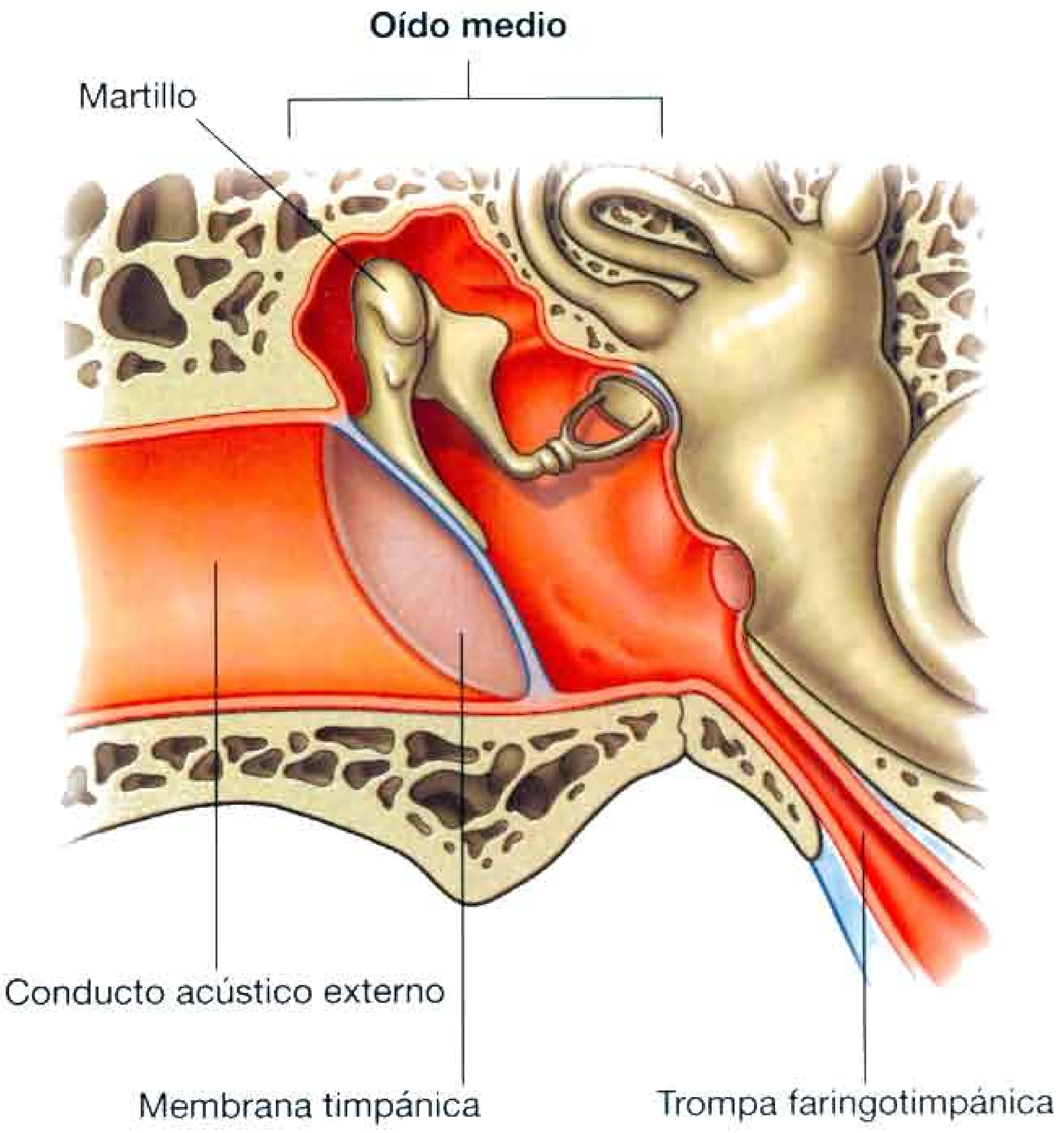


Fig. 8.108 Oído medio.

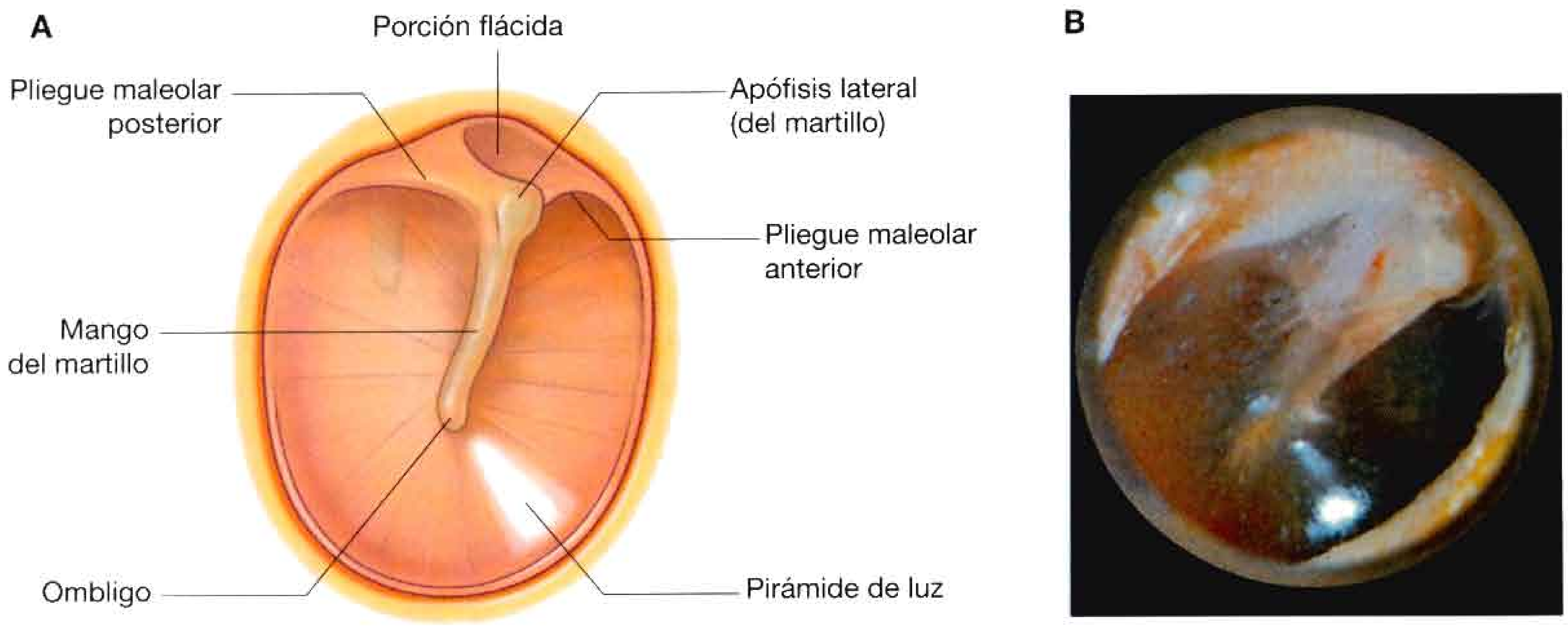


Fig. 8.109 Membrana timpánica. **A.** Esquema. **B.** Visión otoscópica.

Superior al ombligo, en una dirección anterior, se observa la inserción del resto del mango del martillo (fig. 8.109). En el punto más superior de esta línea de inserción se encuentra un pequeño abultamiento de la membrana timpánica que se corresponde con la indentación de la **apófisis lateral** del martillo sobre la superficie timpánica interna. De esta elevación parten los **pliegues maleolares anterior y posterior.** Sobre la superficie interna de la membrana superior a estos pliegues la membrana timpánica es delgada y poco tensa **(porción flácida)**, mientras que el resto de la membrana es gruesa y tirante **(porción tensa).**

Inervación

Las superficies externa e interna de la membrana timpánica reciben su inervación a través de varios nervios craneales:

- La inervación sensitiva de la piel de la superficie externa de la membrana timpánica depende principalmente del nervio trigémino [V] y en menor cuantía de los nervios facial [VII] y vago [X].
- La inervación sensitiva de la membrana mucosa de la superficie interna de la membrana timpánica depende en su totalidad del nervio glosofaríngeo [IX].

Conceptos prácticos

Exploración del oído

El órgano de la audición se compone de tres partes: el oído externo, el oído medio y el oído interno.

La exploración clínica debe incluir la determinación del nivel de audición y del sentido del equilibrio. También debe realizarse una exploración otoscópica o mediante otras técnicas de imagen.

Oído externo

La exploración del oído externo es sencilla. La inspección del conducto auditivo externo y de la membrana timpánica requiere el empleo de un otoscopio (fig. 8.109B), un instrumento que proyecta luz y a través del cual se percibe una imagen aumentada de dichas estructuras.

La exploración se inicia traccionando suavemente hacia atrás de la zona posterosuperior de la oreja para alinear el conducto auditivo externo. En condiciones normales la membrana timpánica es relativamente translúcida y posee una coloración grisáceo-rojiza. El mango del martillo es visible próximo al centro de la membrana. En la posición de las cinco horas siempre puede observarse un reflejo luminoso en forma de pirámide.

Oído medio y oído interno

La valoración del estado del martillo, el yunque y el estribo durante una exploración del oído medio requiere el empleo de la RM o de la TC. Deben evaluarse las relaciones de estos huesecillos en la cavidad del oído medio así como la presencia de cualquier masa.

La exploración del oído interno también requiere la práctica de una RM o una TC.

Conceptos prácticos

Perforación de la membrana timpánica
Las perforaciones de la membrana timpánica (tímpano) pueden poseer múltiples etiologías, pero las causas más frecuentes siguen siendo hoy día las de origen infeccioso.

La otitis media (la infección del oído medio) es una patología común que puede resolverse generalmente con el uso de antibióticos. Si la infección persiste, los cambios inflamatorios crónicos pueden dañar la cadena de huesecillos y otras estructuras del oído medio y originar un cuadro de sordera.

La mayor parte de las perforaciones timpánicas tienden a cicatrizar espontáneamente, pero si el tamaño de la perforación es importante, es precisa su reparación quirúrgica.

En algunas ocasiones es necesario acceder a la cavidad del oído medio a través de la membrana timpánica. Las incisiones deben realizarse por debajo del tercio superior de la misma, para no lesionar al nervio cuerda del tímpano que se encuentra a ese nivel. La mayor irrigación de la porción posterior de la membrana timpánica determina que el abordaje quirúrgico estándar sea a través de la zona posteroinferior.

Oído medio

El oído medio es una cavidad del hueso temporal, ocupada por aire y tapizada por una membrana mucosa. Se encuentra limitado entre la membrana timpánica lateralmente y la pared lateral del oído interno medialmente. Consta de dos partes (fig. 8.110):

- La **cavidad timpánica**, inmediatamente contigua a la membrana timpánica.
- El **receso epitimpánico**, superiormente.

El oído medio se comunica posteriormente con la región mastoidea y anteriormente con la nasofaringe (a través de la trompa faringotimpánica). Su función principal es la transmisión de las vibraciones de la membrana timpánica a través de la cavidad del oído medio hasta el oído interno, por medio de tres huesecillos móviles interconectados, situados entre la membrana timpánica y el oído interno. Estos huesos son el martillo (en contacto con la membrana timpánica), el yunque (conectado con el martillo) y el estribo (conectado con el yunque y con la pared lateral del oído interno, por medio de la ventana oval).

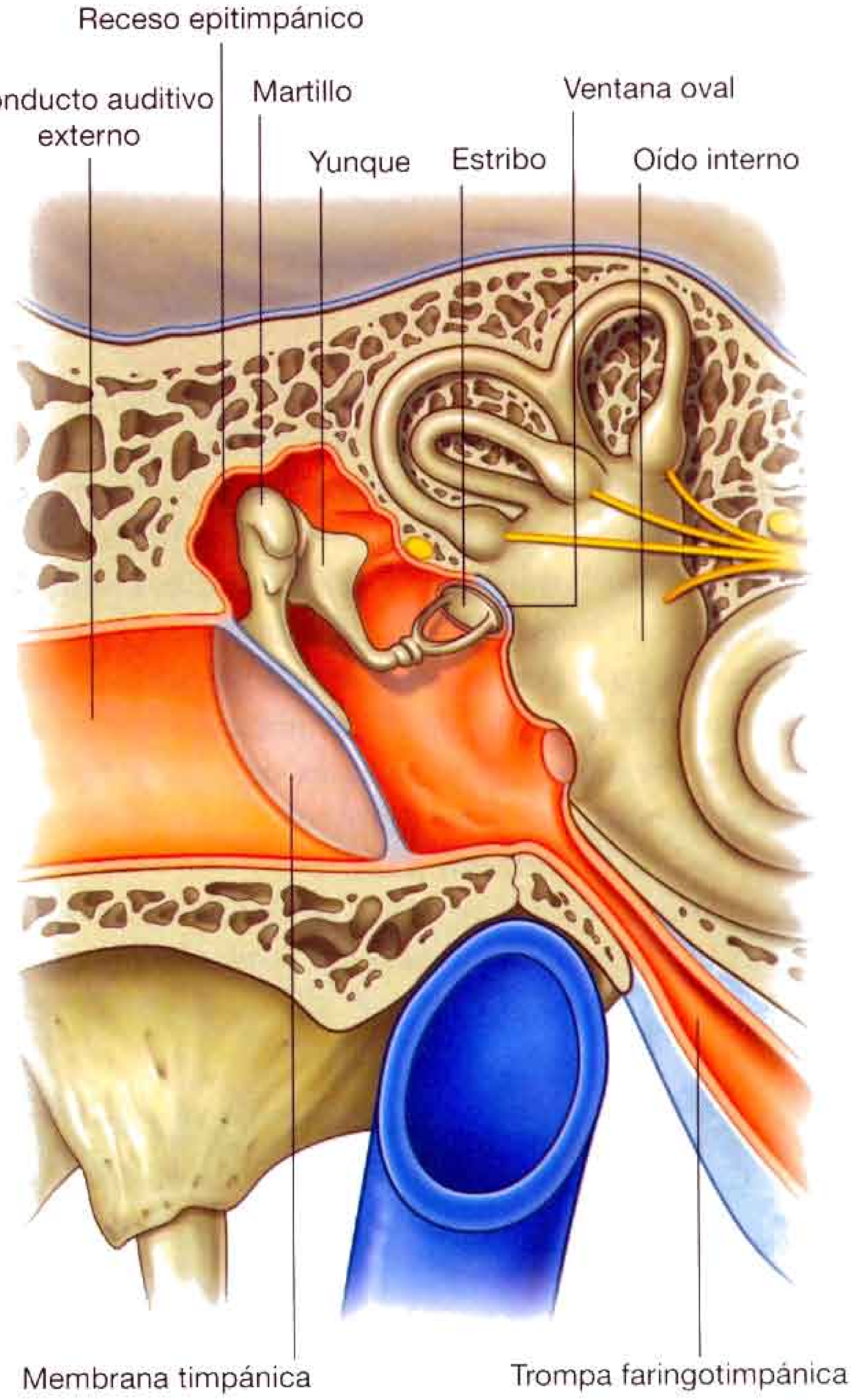


Fig. 8.110 Componentes del oído medio.

Límites

En el oído medio se distingue un techo, un suelo y unas paredes anterior, posterior, medial y lateral (fig. 8.111).

Pared tegmentaria

La pared tegmentaria (techo) del oído medio consiste en una delgada lámina ósea que separa el oído medio de la fosa craneal media. Esta capa de hueso es el techo del tímpano, situado en la superficie anterior de la porción petrosa del hueso temporal.

Pared yugular

La pared yugular (suelo) del oído medio es otra delgada capa de hueso que separa el oído medio de la vena yugular interna. El suelo presenta en ocasiones un grosor mayor debido a la presencia de las celdillas mastoideas.

Próximo al borde medial del suelo del oído medio existe una pequeña abertura a través de la cual la rama timpánica del nervio glosofaríngeo [IX] accede al oído medio.

Pared membranosa

La pared membranosa (lateral) del oído medio está compuesta casi por completo por la membrana timpánica. La porción superior de la pared membranosa del oído medio es la pared lateral ósea del receso epitimpánico ya que la membrana timpánica no se extiende superiormente hasta el receso epitimpánico.

Pared mastoidea

La pared mastoidea (posterior) del oído medio no es una pared totalmente completa. La porción inferior de esta pared es un tabique óseo que separa la cavidad timpánica de las celdillas mastoideas, mientras que superiormente, el receso epitimpánico se continúa con la **entrada al antro mastoideo** (figs. 8.111 y 8.112).

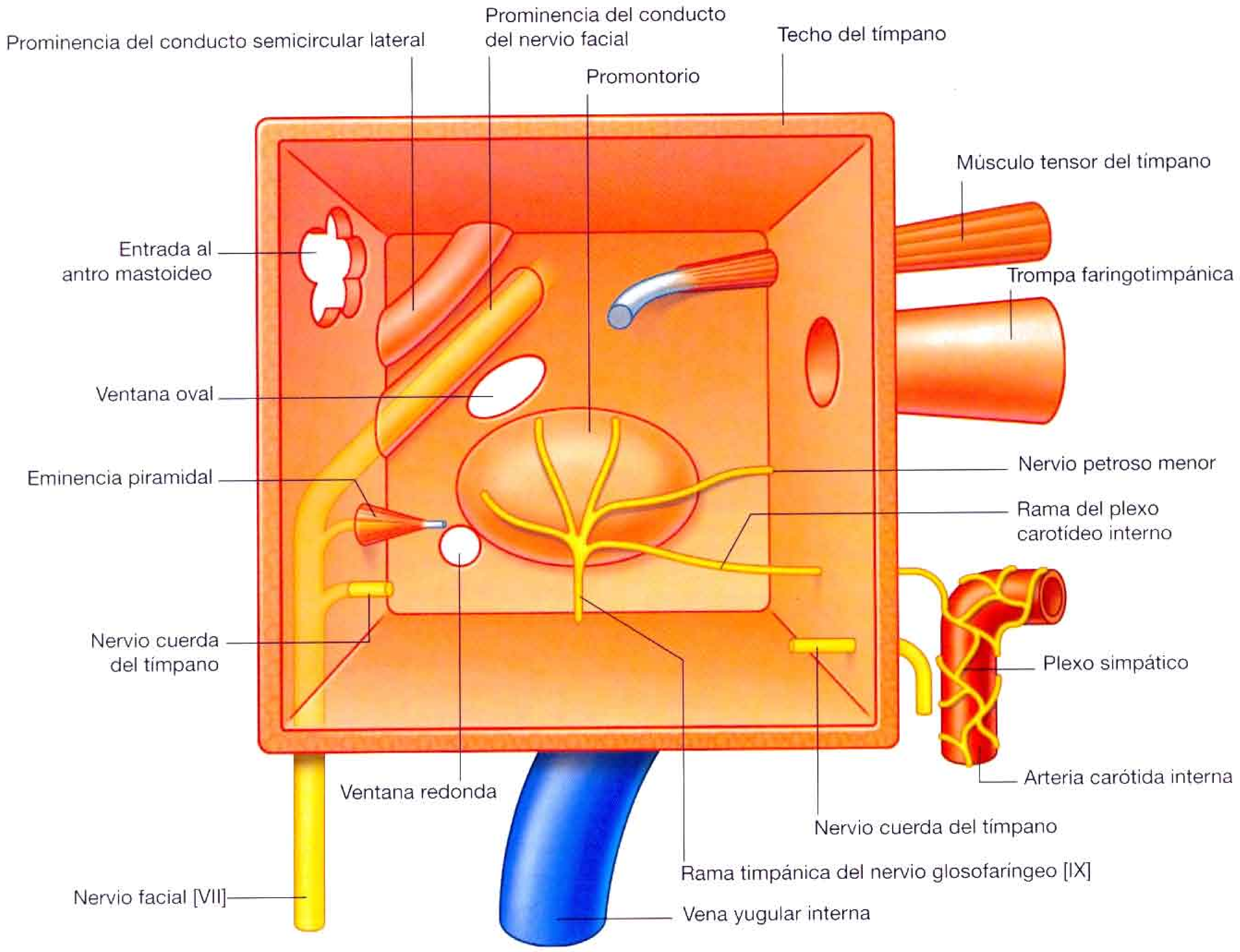


Fig. 8.111 Límites del oído medio.

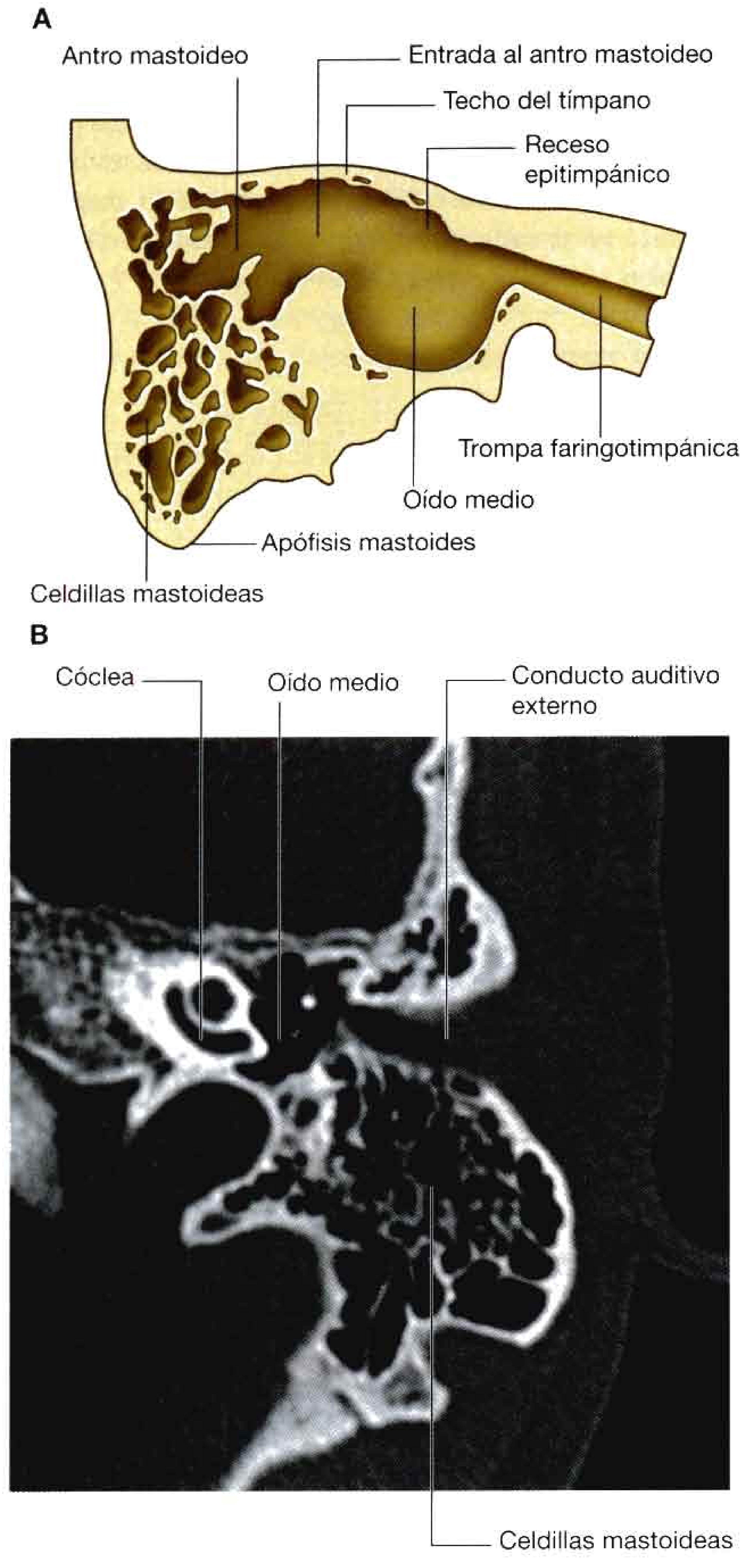


Fig. 8.112 Antro mastoideo y hueso circundante. **A.** Esquema. **B.** TC de alta resolución del oído izquierdo (porción petrosa del hueso temporal).

La pared mastoidea se asocia con:

- La eminencia piramidal, una pequeña elevación a través de la cual accede al oído medio el tendón del músculo estapedio.
- El orificio de acceso al oído medio del nervio cuerda del tímpano, una rama del nervio facial [VII].

Pared anterior

La pared anterior del oído medio tampoco es una pared completa. Su porción inferior es una delgada lámina ósea que separa la cavidad timpánica de la arteria carótida interna. Superiormente la pared está incompleta debido a la presencia de:

- Una gran abertura para la entrada de la trompa faringotimpánica al oído medio.
- Una abertura de menor tamaño para el conducto del músculo tensor del tímpano.

El orificio por el que el nervio cuerda del tímpano abandona el oído medio también se encuentra en esta pared (fig. 8.111).

Pared laberíntica

La pared laberíntica (medial) del oído medio es a su vez la pared lateral del oído interno. En esta pared destaca un abultamiento redondeado (el **promontorio**), producido por la espiral basal de la **cóclea**, una estructura del oído interno relacionada con la audición (fig. 8.111).

En la membrana mucosa que tapiza el promontorio se encuentra un plexo nervioso (el **plexo timpánico**), compuesto principalmente por fibras de la rama timpánica del nervio glosofaríngeo [IX] y del plexo carotídeo interno. El plexo timpánico inerva la membrana mucosa del oído medio, la región mastoidea y la trompa faringotimpánica.

Además, una rama del plexo timpánico (el nervio petroso menor) abandona el promontorio y el oído medio, discurre a través de la superficie anterior del peñasco del hueso temporal, y abandona la fosa craneal media a través del agujero oval para introducirse en el ganglio ótico. En la pared laberíntica también se encuentran dos orificios, las ventanas oval y redonda, y dos elevaciones prominentes (fig. 8.111):

- La **ventana oval** (vestibular), una estructura posterosuperior al promontorio, es el punto de apoyo de la **base del estribo**, el último elemento de la cadena de huesecillos que transfiere las vibraciones iniciadas en la membrana timpánica hasta la cóclea en el oído interno.
- La **ventana redonda** (coclear) es una estructura posteroinferior al promontorio.
- En la pared medial, posterosuperior a la ventana oval, se encuentra la **prominencia del conducto del nervio facial**, un relieve óseo producido por el recorrido del conducto del nervio facial [VII] en el hueso temporal.
- Por encima y posterior a la prominencia del conducto del nervio facial se observa un relieve óseo de mayor tamaño (la **prominencia del conducto semicircular lateral** o promontorio) producido por el conducto semicircular lateral, una estructura encargada de la detección del movimiento.

Región mastoidea

La entrada al antro mastoideo se encuentra posterior al receso epitimpánico del oído medio (fig. 8.112).

El **antro mastoideo** es una cavidad que se continúa con una serie de oquedades neumáticas (las **celdillas mastoideas**) repartidas por toda la región mastoidea del hueso temporal, incluida la apófisis mastoides. La separación entre el antro mastoideo y la fosa craneal media, superior al mismo, se realiza tan solo por la delgada lámina ósea del techo del tímpano.

La membrana mucosa que reviste las celdillas mastoideas es la misma membrana mucosa que tapiza el resto del oído medio. *Por tanto, las infecciones del oído medio pueden extenderse fácilmente a la región mastoidea.*

Conceptos prácticos

Mastoiditis

La infección del antro mastoideo y de las celdillas mastoideas suele ser secundaria a una infección del oído medio. Las celdillas mastoideas proporcionan un excelente medio de cultivo a los gérmenes causantes de las infecciones. También puede producirse una infección del hueso (osteomielitis), que puede extenderse hacia la fosa craneal media.

El drenaje de la colección purulenta de las celdillas mastoideas puede realizarse a través de diversos abordajes. Siempre debe extremarse la precaución para no dañar la pared mastoidea del oído medio y evitar lesionar el nervio facial [VII]. Cualquier fractura de la tabla interna de la cavidad craneal permite la entrada de bacterias a la misma, con el riesgo de desarrollar una meningitis.

Trompa faringotimpánica

La trompa faringotimpánica comunica el oído medio con la nasofaringe (fig. 8.113), igualando la presión a ambos lados de la membrana timpánica. En el oído medio, su abertura se localiza en la pared anterior, desde donde se extiende hacia abajo, adentro y adelante hasta alcanzar la nasofaringe, por detrás del meato inferior de la cavidad nasal. Se compone de:

- Una **porción ósea** (el tercio más cercano al oído medio).
- Una **porción cartilaginosa** (los dos tercios restantes).

La abertura de la porción ósea es claramente visible en la superficie inferior del cráneo, en la unión entre la porción petrosa y la escama del hueso temporal, inmediatamente por detrás del agujero oval y del agujero espinoso.

Vasos

La irrigación arterial de la trompa faringotimpánica procede de diversas fuentes. La **arteria faríngea ascendente** (una rama de la arteria carótida externa) proporciona varias ramas y la arteria maxilar emite dos ramas (la arteria meníngea media y la arteria del conducto pterigoideo).

El drenaje venoso de la trompa faringotimpánica se realiza por medio del plexo venoso pterigoideo de la fosa infratemporal.

Inervación

La inervación de la membrana mucosa que tapiza la trompa faringotimpánica depende principalmente del plexo timpánico, ya que es la misma mucosa que tapiza la cavidad timpánica, la superficie interna de la membrana timpánica, el antro mastoideo y las celdillas mastoideas. La principal contribución a este plexo la realiza el nervio timpánico, una rama del nervio glosofaríngeo [IX].

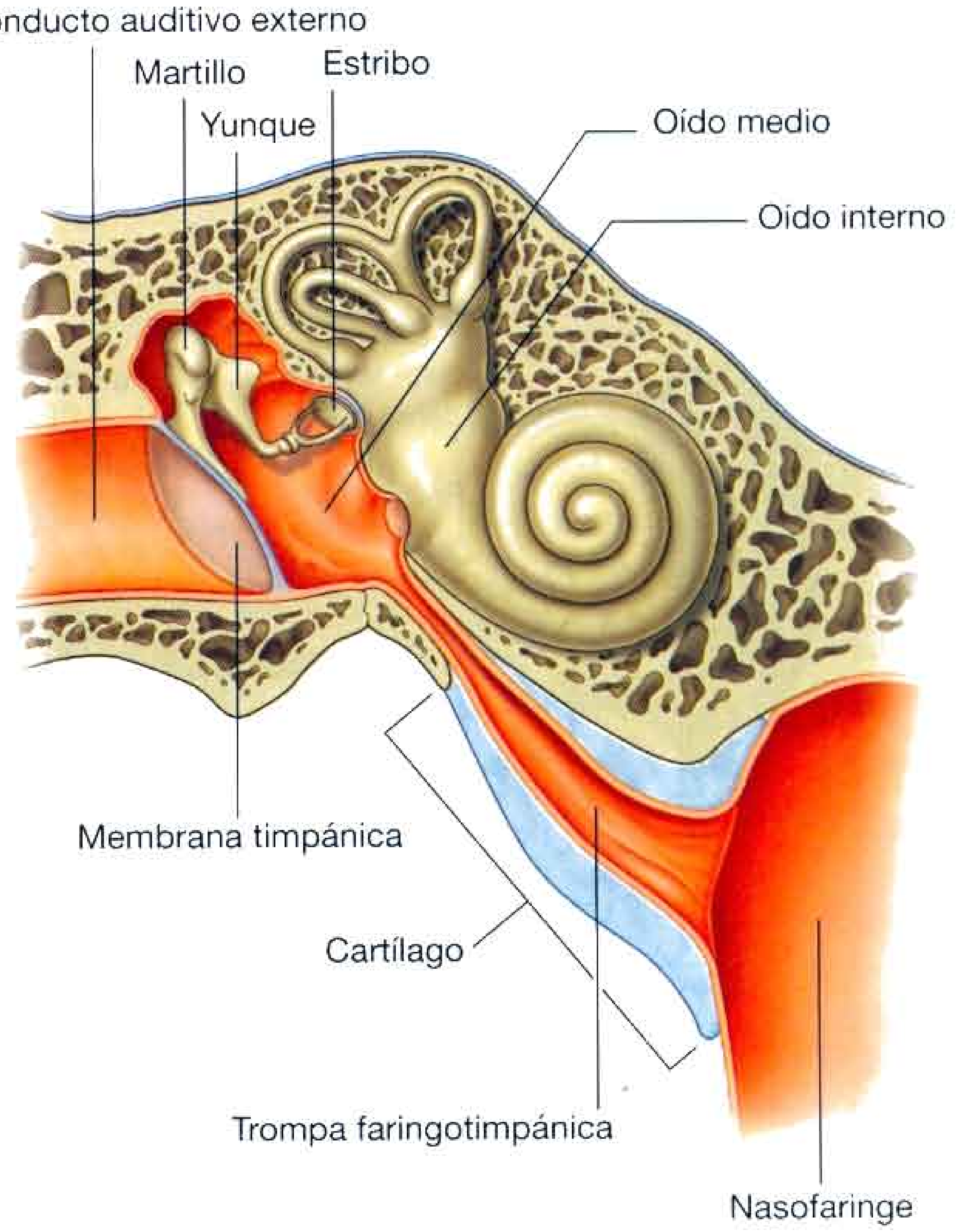


Fig. 8.113 Trompa faringotimpánica.

Huesecillos del oído

Los huesecillos del oído medio son el martillo, el yunque y el estribo. Forman una cadena ósea que atraviesa el oído medio desde la membrana timpánica hasta la ventana oval del oído interno (fig. 8.114).

Los músculos asociados con los huesecillos modulan el movimiento de los mismos durante la transmisión de las vibraciones.

Martillo

El martillo es el huesecillo de mayor tamaño y se encuentra unido a la membrana timpánica. En su anatomía destacan la **cabeza**, el **cuello**, las **apófisis anterior** y **lateral**, y el **mango** (fig. 8.114). La cabeza del martillo es la porción superior redondeada que se encuentra en el receso epitimpánico. Su superficie posterior se articula con el yunque.

Por debajo de la cabeza se encuentra un cuello estrecho y más hacia abajo se observan las apófisis anterior y lateral:

- La apófisis anterior se encuentra unida a la pared anterior del oído medio a través de un ligamento.
- La apófisis lateral se une a los pliegues maleolares anterior y posterior de la membrana timpánica.

Fig. 8.114 Huesecillos del oído. **A.** Martillo. **B.** Yunque. **C.** Estribo.

El mango del martillo es una prolongación inferior que surge por debajo de las apófisis anterior y lateral y se encuentra unido a la membrana timpánica.

Yunque

El yunque es el segundo hueso de la cadena de huesecillos. Se compone de tres partes: el **cuerpo**, la **rama larga** y la **rama corta** (fig. 8.114).

- El cuerpo voluminoso del yunque se articula con la cabeza del martillo y se localiza en el receso epitimpánico.
- La rama larga se extiende hacia abajo a partir del cuerpo, paralela al mango del martillo, y termina dirigiéndose medialmente para articularse con el estribo.
- La rama corta se dirige posteriormente y se une mediante un ligamento a la zona superior de la pared posterior del oído medio.

Estribo

El estribo es el componente más medial de la cadena de huesecillos y se encuentra apoyado sobre la ventana oval. En su anatomía se distinguen la **cabeza**, las **ramas anterior** y **posterior**, y la **base del estribo** (fig. 8.114):

- La cabeza del estribo se dirige lateralmente y se articula con la rama larga del yunque.
- Las dos ramas se separan entre sí y se unen a la base oval.
- La base del estribo se apoya sobre la ventana oval de la pared laberíntica del oído medio.

Músculos asociados a los huesecillos

Los músculos que se asocian con los huesecillos del oído medio son el músculo tensor del tímpano y el músculo estapedio (fig. 8.115 y tabla 8.10).

Músculo tensor del tímpano

El músculo tensor del tímpano se aloja en un conducto óseo existente por encima de la trompa faringotimpánica. Se origina en la porción cartilaginosa de la trompa faringotimpánica, el ala mayor del esfenoides y en su propio conducto óseo. Se dirige a través de su conducto óseo en dirección posterior, finalizando por medio de un tendón redondeado que se inserta en la porción superior del mango del martillo.

La inervación del músculo tensor del tímpano depende de una rama del nervio mandibular [V_3].

La contracción del músculo tensor del tímpano tracciona del mango del martillo en dirección medial y tensa la membrana timpánica, por lo que disminuye la fuerza de las vibraciones en respuesta a los ruidos fuertes.

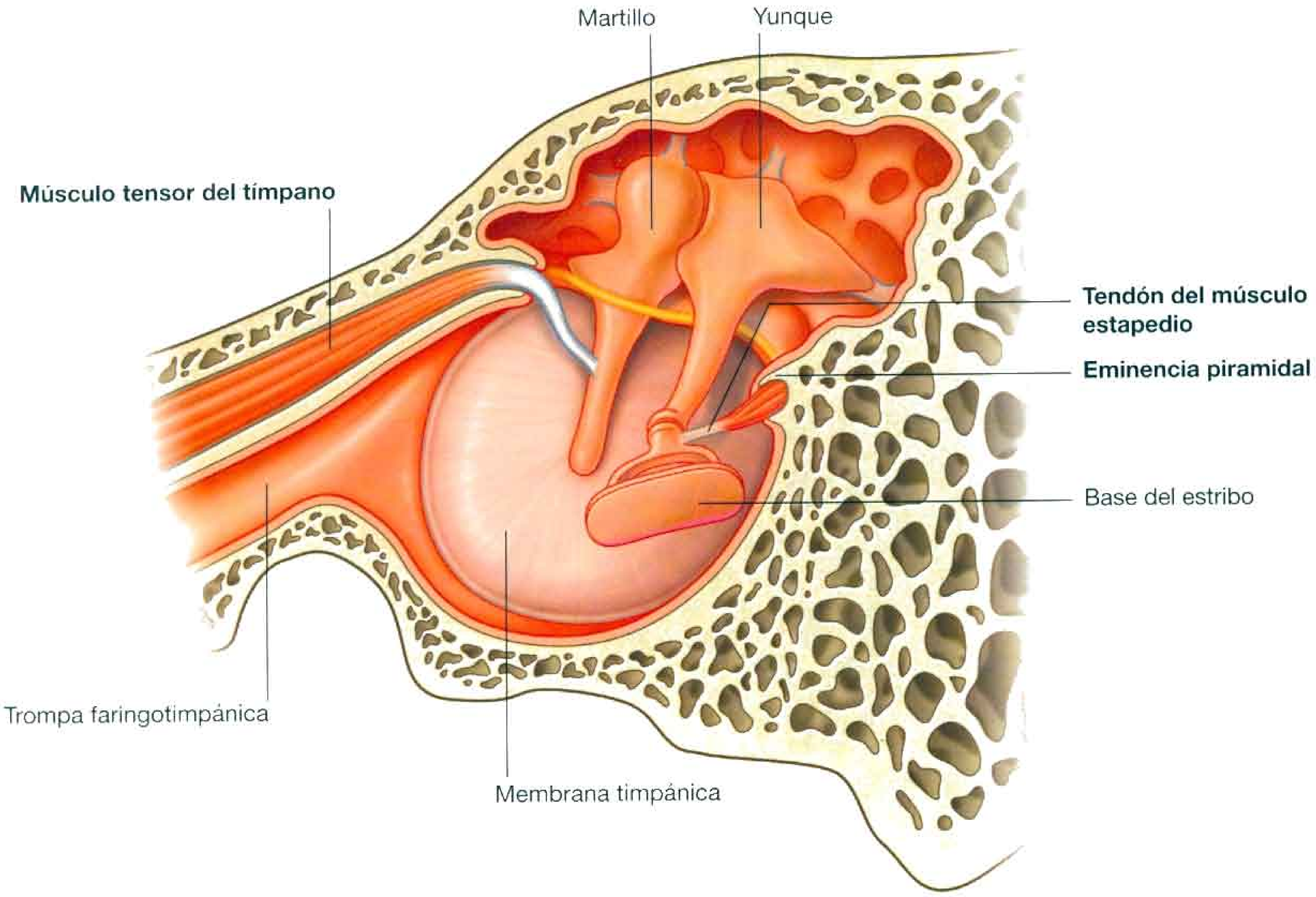


Fig. 8.115 Músculos asociados a los huesecillos del oído.

Tabla 8.10 Músculos del oído medio

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Tensor del tímpano	Porción cartilaginosa de la trompa faringotimpánica, ala mayor del esfenoides y en su propio conducto óseo	Porción superior del mango del martillo	Rama del nervio mandibular [V_3]	Su contracción tracciona medialmente del mango del martillo, tensa la membrana timpánica y reduce la intensidad de las vibraciones en respuesta a los sonidos fuertes
Estapedio	Interior de la eminencia piramidal	Cuello del estribo	Rama del nervio facial [VII]	Su contracción, por lo general como respuesta a los ruidos fuertes, desplaza posteriormente el estribo, impidiendo la oscilación excesiva

Músculo estapedio

El músculo estapedio es un músculo muy pequeño que se origina en el interior de la eminencia piramidal, una pequeña proyección de la pared mastoidea del oído medio (fig. 8.115). Su tendón emerge del ápex de la eminencia piramidal y se dirige hacia delante para insertarse en la superficie posterior del cuello del estribo.

El músculo estapedio recibe su inervación de una rama del nervio facial [VII].

La contracción del músculo estapedio, por lo general en respuesta a los ruidos fuertes, tracciona del estribo posteriormente e impide la oscilación excesiva.

Vasos

La irrigación arterial de las estructuras del oído medio posee numerosas fuentes:

- Las dos ramas más importantes son la **rama timpánica** de la arteria maxilar y la **rama mastoidea** de la arteria auricular posterior u occipital.
- La arteria meníngea media, la arteria faríngea ascendente, la arteria del conducto pterigoideo y las ramas timpánicas de la arteria carótida interna proporcionan ramas más pequeñas.

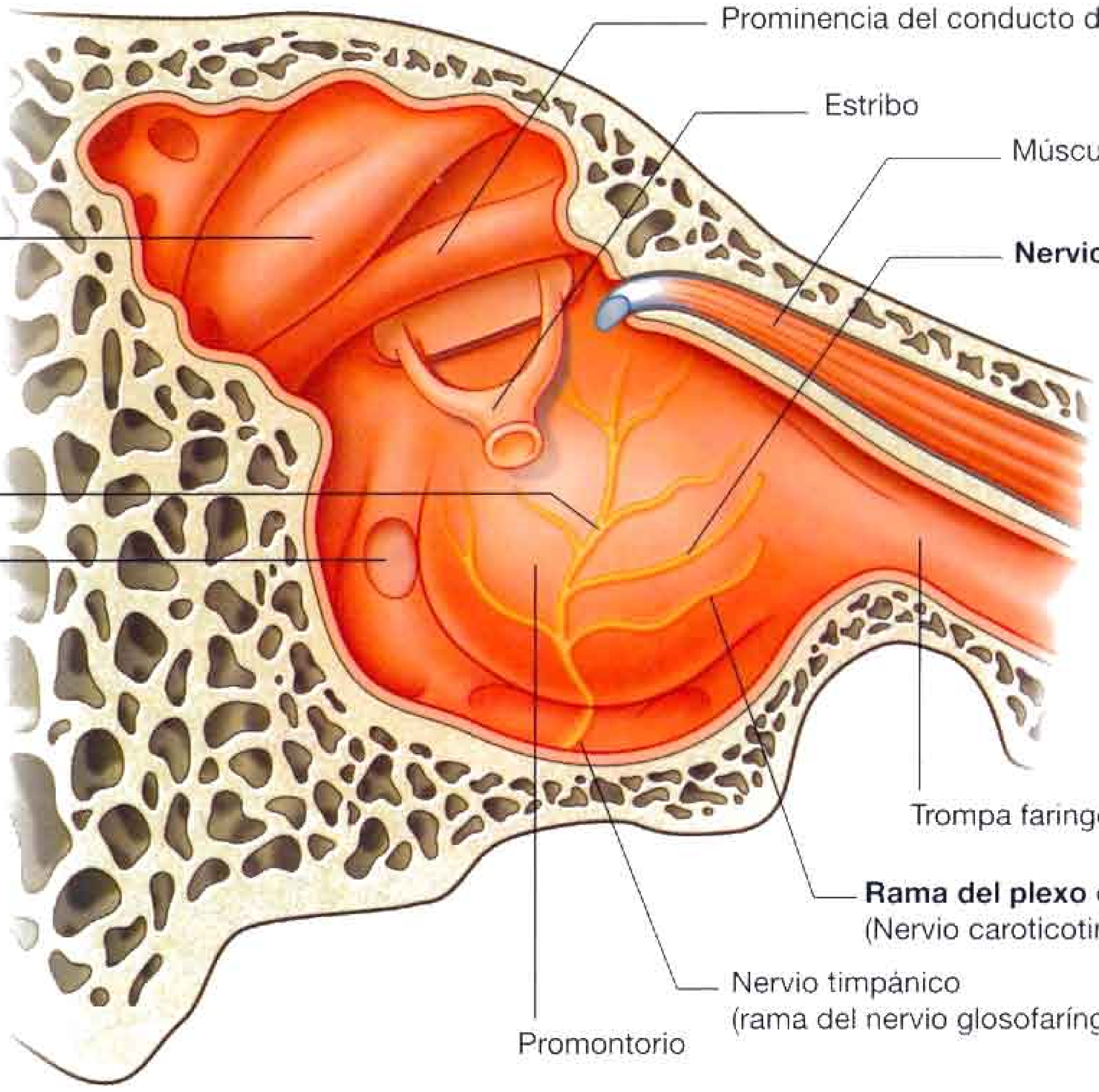


Fig. 8.116 Inervación del oído medio.

El drenaje venoso del oído medio se realiza a través del plexo venoso pterigoideo y del seno petroso superior.

Inervación

El plexo timpánico inerva la membrana mucosa que reviste las paredes y las estructuras del oído medio así como la región mastoidea y la trompa faringotimpánica. El plexo timpánico se encuentra formado por el **nervio timpánico**, rama del nervio glosofaríngeo [IX], y por ramas del plexo carotídeo interno y se localiza sobre la mucosa que tapiza el promontorio, el abultamiento redondeado que se observa en la pared laberíntica del oído medio (fig. 8.116).

El nervio glosofaríngeo [IX] emite el nervio timpánico cuando sale del cráneo por el agujero yugular. Esta rama vuelve a penetrar en el cráneo a través de un pequeño orificio y realiza un recorrido intraóseo hasta alcanzar el oído medio.

El nervio timpánico forma el **plexo timpánico** junto a ramas del plexo nervioso que rodea a la arteria carótida interna **(nervios caroticotimpánicos)**, en la membrana mucosa que tapiza el promontorio del oído medio. Las ramas del plexo timpánico inervan las membranas mucosas del oído medio, incluyendo la trompa faringotimpánica y la región mastoidea.

El plexo timpánico también emite una rama importante (el nervio petroso menor), que suministra fibras parasimpáticas preganglionares al ganglio ótico (fig. 8.116).

El nervio petroso menor abandona la región del promontorio, sale del oído medio y discurre a través de la porción petrosa del hueso temporal, abandonándola por su superficie anterior, a través de un orificio que se encuentra por debajo

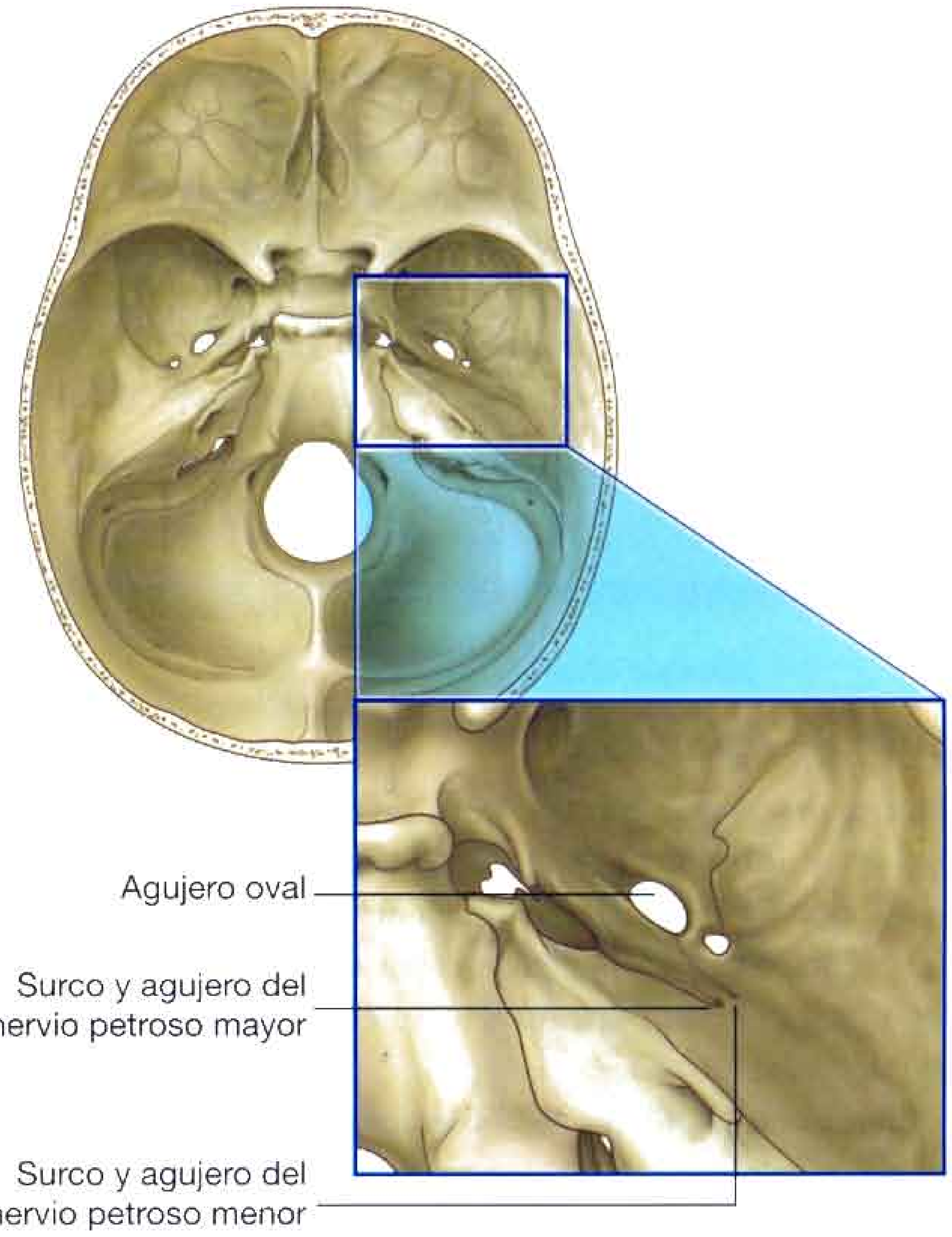


Fig. 8.117 Surcos y agujeros de los nervios petrosos mayor y menor.

del agujero del nervio petroso mayor (fig. 8.117). Continúa diagonalmente por la superficie anterior del hueso temporal, antes de abandonar la fosa craneal media a través del agujero oval. Una vez en el exterior del cráneo, se introduce en el ganglio ótico.

Oído interno

El oído interno está formado por una serie de cavidades óseas (el **laberinto óseo**), así como por los conductos membranosos y los sacos (el **laberinto membranoso**) presentes en su interior. Todas estas estructuras se encuentran en la porción petrosa del hueso temporal, entre el oído medio lateralmente y el meato acústico interno medialmente (figs. 8.118 y 8.119).

El laberinto óseo se compone del **vestíbulo**, los tres **conductos semicirculares** y la **cóclea** (fig. 8.119). Estas cavidades óseas están revestidas de periostio y contienen un líquido transparente (la **perilinfa**).

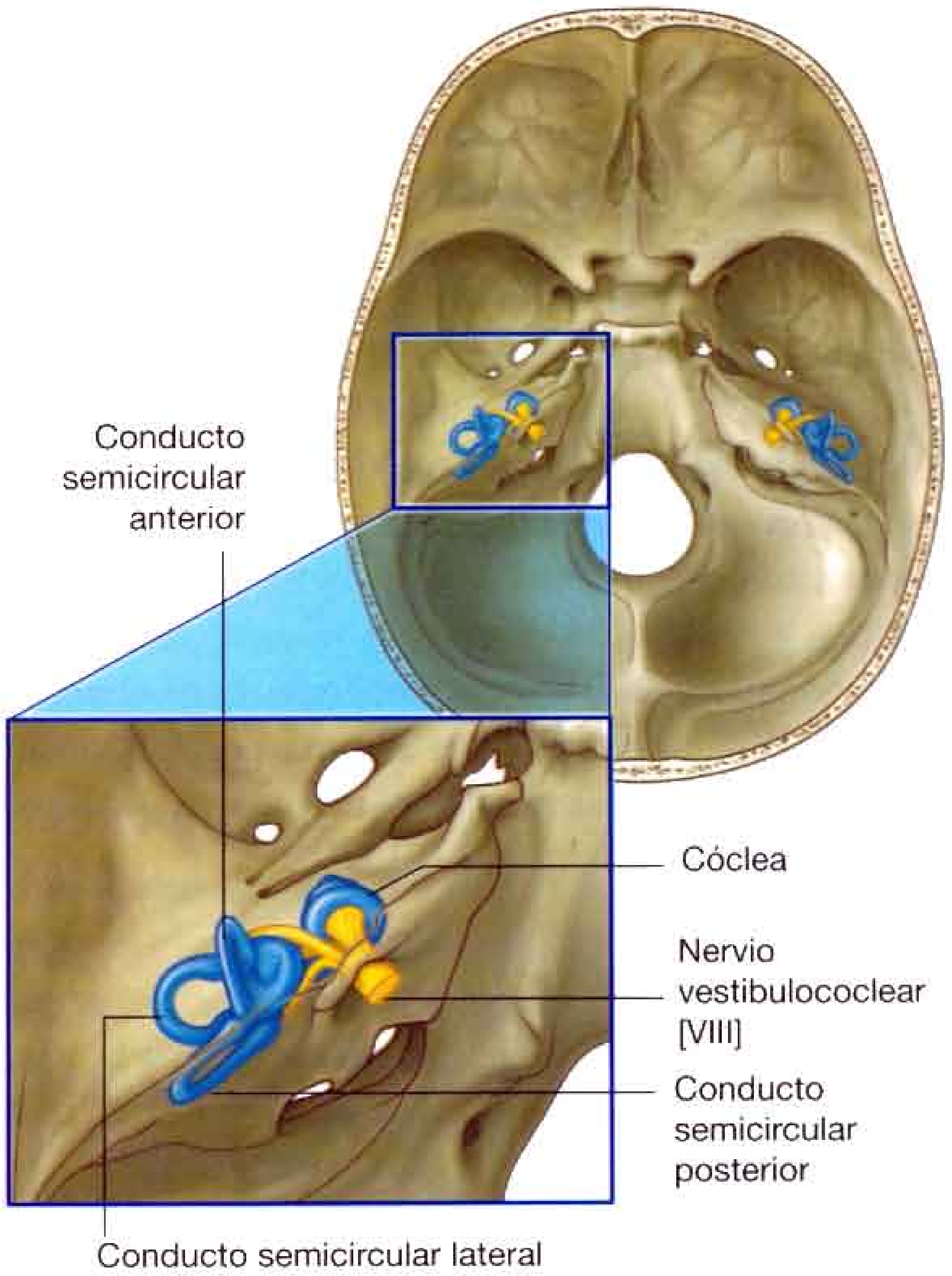


Fig. 8.118 Situación del oído interno en el hueso temporal.

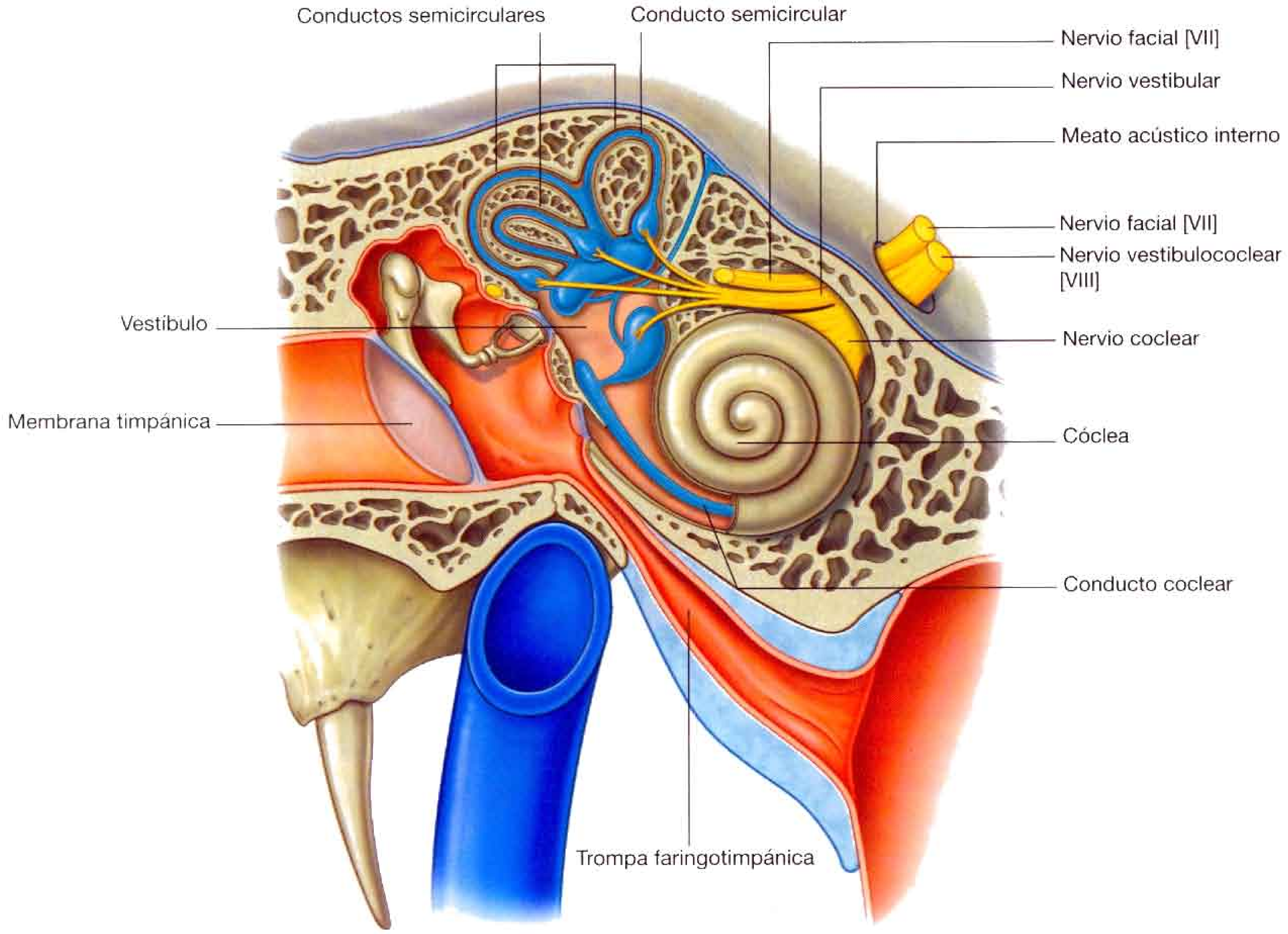


Fig. 8.119 Oído interno.

El laberinto membranoso se encuentra suspendido en la perilinfa, sin llegar a ocupar todo el espacio del laberinto óseo, y se compone de los **conductos semicirculares**, el **conducto coclear**, y dos sacos (el **utrículo** y el **sáculo**). Estas estructuras membranosas están ocupadas por **endolinfa.**

Los componentes del oído interno transportan al cerebro la información relacionada con la audición y el equilibrio:

- El conducto coclear es el órgano de la audición.
- Los conductos semicirculares, el utrículo y el sáculo son los órganos del equilibrio.

El nervio encargado de estas funciones es el nervio vestibulococlear [VIII], que se divide en una porción vestibular (equilibrio) y otra coclear (audición) después de su entrada al meato acústico interno (fig. 8.119).

Laberinto óseo

El vestíbulo, en cuya pared lateral se encuentra la ventana oval, es la porción central del laberinto óseo (fig. 8.120). Se comunica anteriormente con la cóclea y posterosuperiormente con los conductos semicirculares.

Del vestíbulo parte un conducto estrecho (el **acueducto vestibular**), que atraviesa el hueso temporal hasta abrirse en la superficie posterior de la porción petrosa del hueso temporal.

Conductos semicirculares

Los **conductos semicirculares anterior, posterior** y **lateral** (fig. 8.120) se proyectan en dirección posterosuperior desde el vestíbulo. Cada uno de los conductos describe un recorrido de dos tercios de circunferencia conectada por ambos extremos al vestíbulo y con uno de los extremos dilatado para formar la **ampolla.** La orientación de los conductos es tal que cada uno forma un ángulo recto con los otros dos.

Cóclea

La cóclea es una estructura ósea que se proyecta en dirección anterior desde el vestíbulo. Estructuralmente consiste en una espiral ósea que da dos vueltas y media o dos vueltas y tres

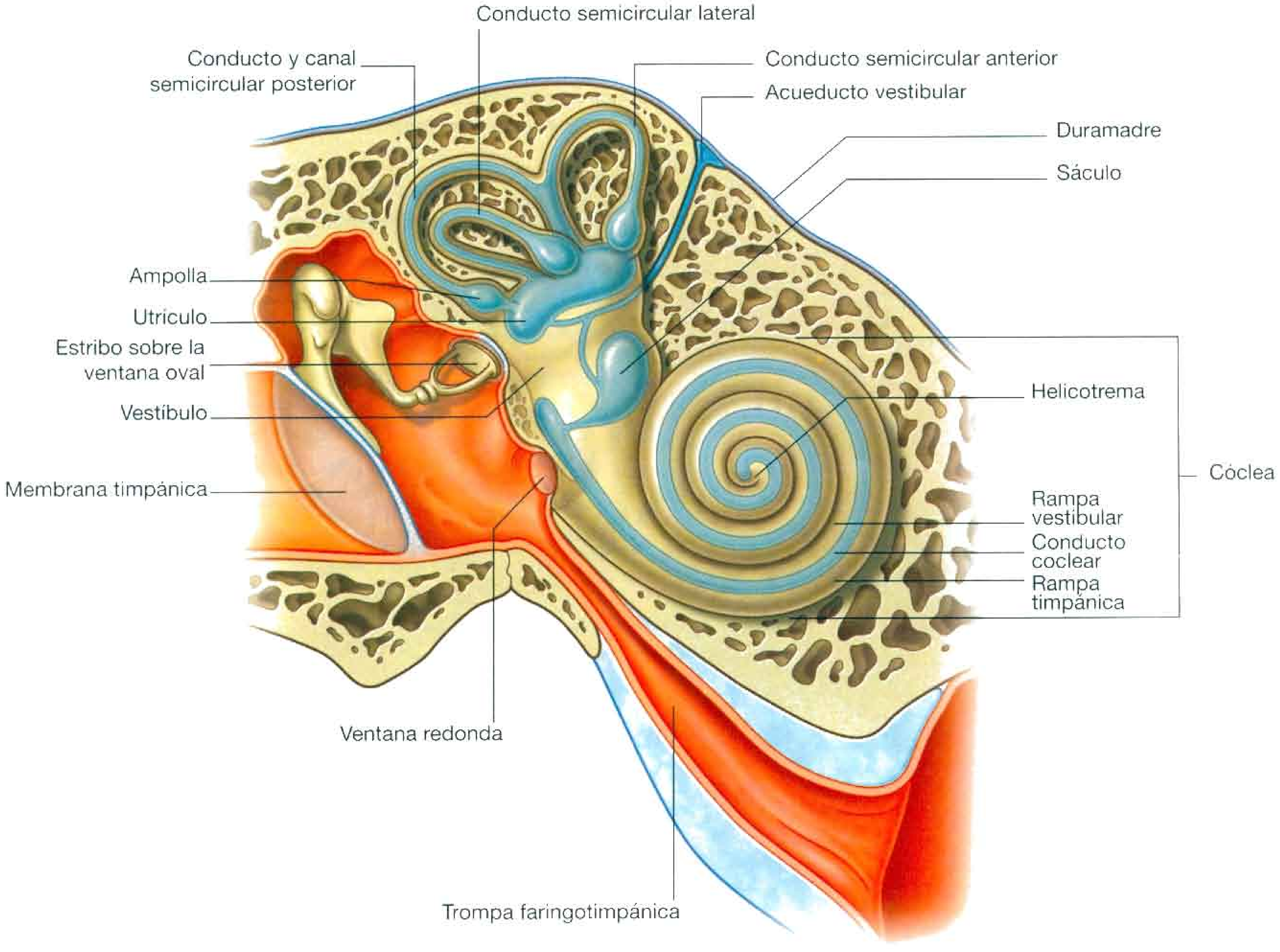


Fig. 8.120 Laberinto óseo.

cuartos alrededor de una columna ósea central (el **modiolo**). Esta disposición origina una estructura de forma cónica, con una base **(base de la cóclea)** orientada posteromedialmente y un ápex anterolateral (fig. 8.121). De este modo, la gran base del modiolo se sitúa próxima al meato acústico interno, por donde entran las ramas de la porción coclear del nervio vestibulococlear [VIII].

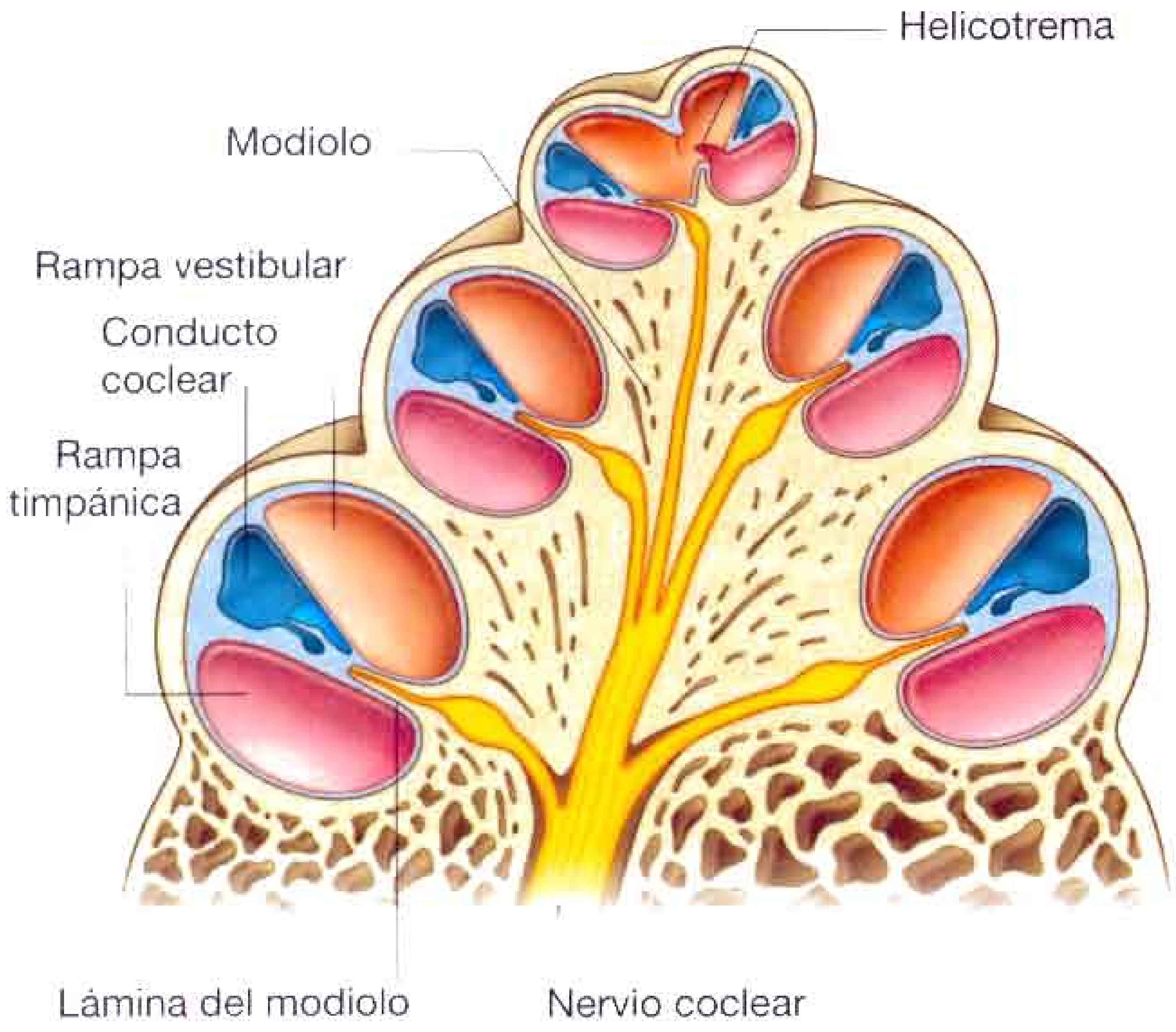


Fig. 8.121 Cóclea.

A lo largo de toda la longitud del modiolo se proyecta lateralmente una fina lámina ósea (la **lámina del modiolo** o **lámina espiral**). El conducto coclear, un componente del laberinto membranoso, da vueltas alrededor del modiolo y se mantiene en su situación central mediante su unión a la lámina del modiolo.

El conducto coclear, unido periféricamente a la pared externa de la cóclea, da lugar a dos conductos (la **rampa vestibular** y la **rampa timpánica**), que se continúan a lo largo de la cóclea y se comunican entre sí en el ápex, por medio de una hendidura estrecha (el **helicotrema**):

- La rampa vestibular se comunica con el vestíbulo.
- La rampa timpánica se encuentra separada del oído medio por la membrana timpánica secundaria, que cubre la ventana redonda (fig. 8.122).

Por último, cerca de la ventana redonda existe un pequeño conducto (el **canalículo coclear**) que atraviesa el hueso temporal y se abre en su superficie inferior, en la fosa craneal posterior; comunicando la cóclea ocupada por perilinfa con el espacio subaracnoideo.

Laberinto membranoso

El laberinto membranoso es un sistema continuo de conductos y sacos localizados en el interior del laberinto óseo. Está ocupado por la endolinfa y separado del periostio que tapiza las paredes del laberinto óseo por la perilinfa.

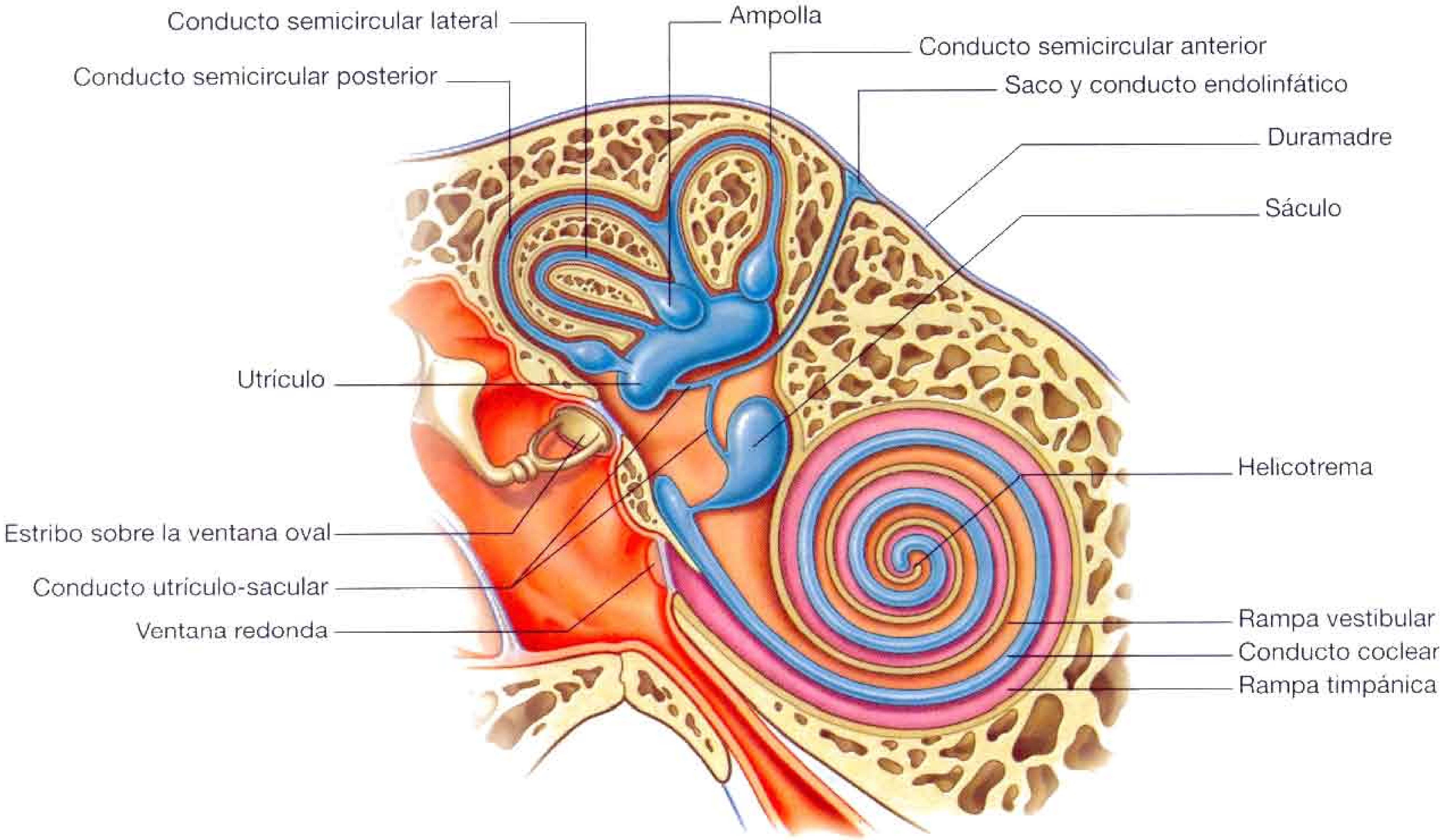


Fig. 8.122 Laberinto membranoso.

Se compone de dos sacos (el utrículo y el sáculo) y cuatro conductos (los tres conductos semicirculares y el conducto coclear). El laberinto membranoso participa en el sentido de la audición y del equilibrio:

- El utrículo, el sáculo y los tres conductos semicirculares forman parte del aparato vestibular (es decir, son los órganos del equilibrio).
- El conducto coclear es el órgano de la audición.

La organización general de los componentes del laberinto membranoso es la siguiente (fig. 8.122):

- El conducto coclear se localiza en el interior de la cóclea del laberinto óseo, en la región anteriormente.
- Los tres conductos semicirculares se alojan en el interior de los tres conductos semicirculares del laberinto óseo, posteriormente.
- El utrículo y el sáculo se encuentran en la zona central del vestíbulo del laberinto óseo.

Órganos del equilibrio

De los seis componentes del laberinto membranoso, cinco se encargan del sentido del equilibrio. Estos elementos son dos sacos (el utrículo y el sáculo) y tres conductos (los conductos semicirculares anterior, posterior y lateral).

Utrículo, sáculo y conducto endolinfático

El utrículo es el mayor de los dos sacos. Su morfología es oval, alargada e irregular y se aloja en la porción posterosuperior del vestíbulo del laberinto óseo.

Los tres conductos semicirculares, de menor tamaño que los conductos óseos en los que se alojan, desembocan en el utrículo y poseen una morfología similar. En uno de sus extremos se observa una dilatación o ampolla.

El sáculo es un saco redondeado de menor tamaño, localizado en la región anteroinferior del vestíbulo del laberinto óseo (fig. 8.122). El conducto coclear desemboca en el sáculo.

El conducto utriculosacular interrelaciona a todos los componentes del laberinto membranoso y conecta el sáculo con el utrículo. De este conducto se desprende el **conducto endolinfático**, que penetra en el acueducto vestibular (un conducto que atraviesa el hueso temporal) y emerge en la fosa craneal posterior, en la superficie posterior de la porción petrosa del hueso temporal. En esta región el conducto endolinfático aumenta de tamaño y da lugar a una bolsa extradural, el **saco endolinfático.**

Receptores sensoriales

Desde un punto de vista funcional, los receptores sensoriales encargados del equilibrio se organizan de un modo especial en cada uno de los elementos del aparato vestibular. En el sáculo y en el utrículo estos órganos sensoriales son la **mácula del sáculo** y la **mácula del utrículo** respectivamente; y en la ampolla de cada uno de los tres conductos semicirculares se organizan en las **crestas.**

El utrículo responde a la aceleración vertical y a la centrífuga; y el sáculo a la aceleración lineal. Por el contrario, los receptores de los tres conductos semicirculares responden a todo tipo de movimiento con independencia de su dirección.

Órgano de la audición

Conducto coclear

El conducto coclear se sitúa en el centro de la cóclea del laberinto óseo, y la divide en dos conductos (la rampa vestibular y la rampa timpánica). El conducto coclear mantiene su posición mediante una inserción central a la delgada lámina ósea que se extiende a partir del modiolo (el eje óseo central de la cóclea), y otra unión periférica a la pared externa de la cóclea (fig. 8.123).

Por tanto, en el conducto coclear, de morfología triangular, se distinguen:

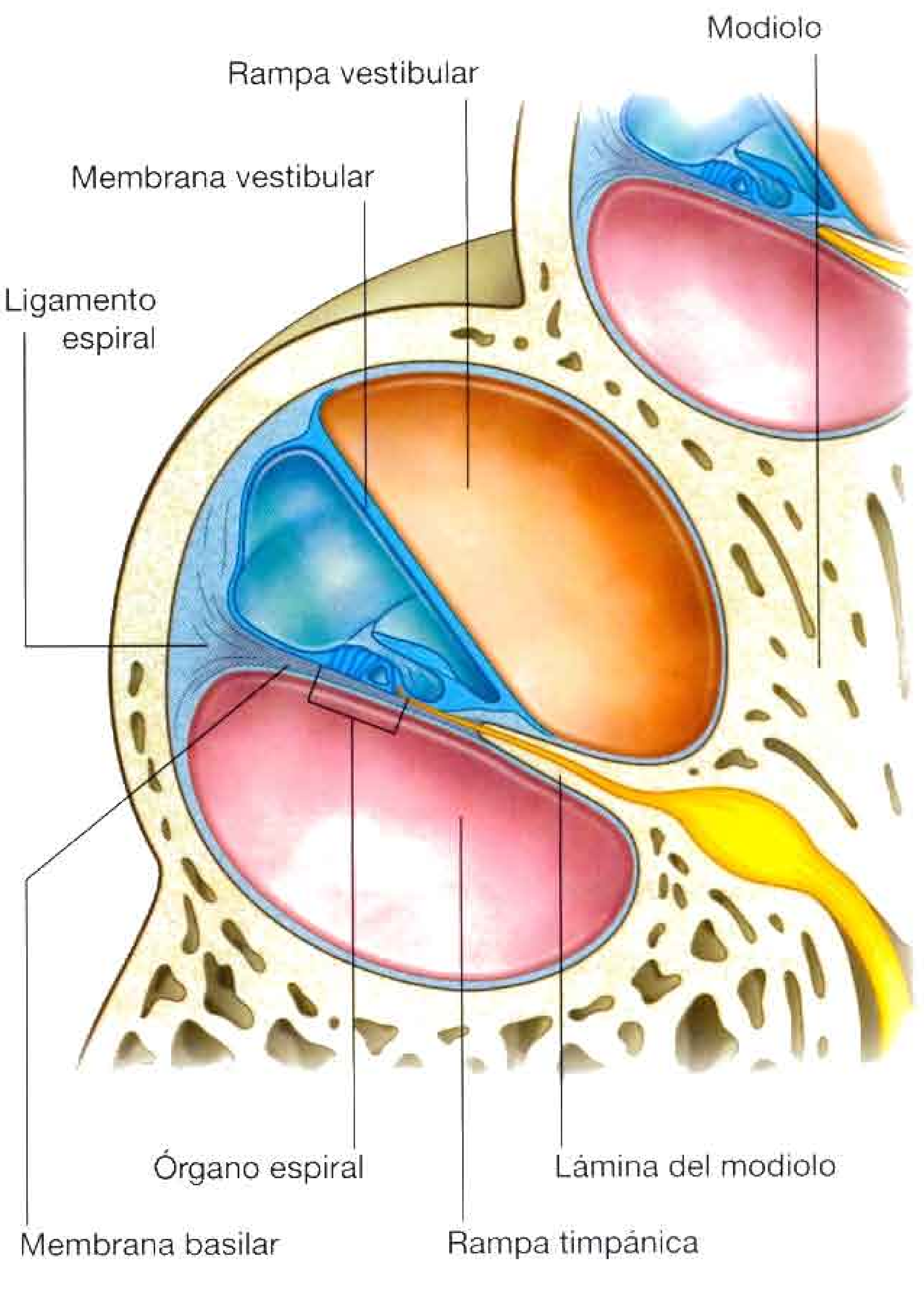


Fig. 8.123 Laberinto membranoso, sección transversal.

- Una pared externa en contacto con el hueso de la cóclea, que consiste en un engrosamiento perióstico tapizado por epitelio (el **ligamento espiral**).
- Un techo (la **membrana de la superficie vestibular**), compuesto por una membrana de tejido conjuntivo tapizada a ambos lados por epitelio, encargada de separar la endolinfa del conducto coclear de la perilinfa de la rampa vestibular.
- Un suelo, que separa la endolinfa del conducto coclear de la perilinfa de la rampa timpánica y consiste en el borde libre de la lámina del modiolo y una membrana (la **membrana basilar**) que se extiende desde dicho borde libre hasta una extensión del ligamento espiral que cubre la pared coclear externa.

El **órgano espiral** u órgano de la audición se apoya sobre la membrana basilar y se proyecta hacia la cavidad cerrada y ocupada por endolinfa del conducto coclear (fig. 8.123).

Vasos

La irrigación arterial del oído interno es doble, diferenciándose los vasos que irrigan el laberinto óseo y los vasos del laberinto membranoso.

El laberinto óseo recibe su irrigación de las mismas arterias que irrigan el hueso temporal adyacente, entre las que se incluyen una rama timpánica anterior de la arteria maxilar, una rama estilomastoidea de la arteria auricular posterior y una rama petrosa de la arteria meníngea media.

El laberinto membranoso recibe su irrigación por medio de la **arteria laberíntica**, que puede ser bien rama de la arteria cerebelosa anteroinferior o bien ser una rama directa de la arteria basilar; con independencia de su origen, se introduce por el meato acústico interno junto al nervio facial [VII] y al nervio glosofaríngeo [IX], y acaba dividiéndose en:

- Una **rama coclear**, que atraviesa el modiolo e irriga el conducto coclear.
- Una o dos **ramas vestibulares**, que irrigan el aparato vestibular.

El drenaje venoso del laberinto membranoso se realiza por medio de las venas vestibulares y cocleares que acompañan a sus arterias homólogas. El conjunto de venas se reúnen para formar la **vena laberíntica**, que termina por drenar en el seno petroso inferior o en el seno sigmoideo.

Inervación

El nervio vestibulococlear [VIII] transporta las fibras aferentes especiales encargadas de la audición (el componente coclear) y del equilibrio (el componente vestibular). Abandona el hueso temporal por el meato acústico interno, cruza la fosa craneal posterior y alcanza la superficie lateral del tronco del encéfalo, introduciéndose entre la protuberancia y el bulbo raquídeo.

El nervio vestibulococlear se divide en el interior del hueso temporal, en el extremo distal del meato acústico interno, en:

- El **nervio coclear.**
- El **nervio vestibular.**

El nervio vestibular se dilata y da lugar al **ganglio vestibular** antes de dividirse en sus **porciones superior** e **inferior**, que se distribuyen a lo largo de los tres conductos semicirculares, el utrículo y el sáculo.

El nervio coclear se introduce por la base de la cóclea y asciende a través del modiolo. Las células ganglionares del nervio coclear se encuentran en el ganglio espiral, en la base de la lámina del modiolo, a medida que asciende en espiral alrededor del modiolo. Las ramas del nervio coclear atraviesan la lámina del modiolo para inervar a los receptores del órgano espiral.

El nervio facial [VII] en el hueso temporal

El nervio facial [VII] posee una relación estrecha con el nervio vestibulococlear [VIII] cuando se introduce por el meato acústico interno del hueso temporal. Durante su recorrido a través del hueso temporal, su trayectoria y la de algunas de sus ramas se relacionan directamente con los oídos medio e interno.

El nervio facial [VII] se introduce en el meato acústico interno de la porción petrosa del temporal (fig. 8.124A) junto al nervio vestibulococlear y la arteria laberíntica.

Tras alcanzar el extremo distal del meato acústico interno, el nervio facial [VII] se introduce en el conducto del nervio facial y continúa lateralmente entre los oídos medio e interno. En esta región, el nervio facial [VII] se dilata, originando el **ganglio geniculado**, y se curva posterior y lateralmente. Durante su trayecto a lo largo del conducto del nervio facial, el nervio realiza un cambio brusco de dirección, dirigiéndose casi vertical hacia abajo y abandona el cráneo a través del agujero estilomastoideo (fig. 8.124A).

Ramas

Nervio petroso mayor

El nervio facial [VII] emite su primera rama, el nervio petroso mayor, en el ganglio geniculado (fig. 8.124A). El nervio petroso mayor abandona el ganglio geniculado, discurre anteromedialmente a través del hueso temporal y emerge por el orificio del nervio petroso mayor situado en la superficie anterior de la porción petrosa del hueso temporal (v. fig. 8.117). El nervio petroso mayor transporta fibras parasimpáticas preganglionares hasta el ganglio pterigopalatino.

Después del cambio brusco de dirección, la situación del nervio facial [VII] queda reflejada en la pared medial del oído medio por un abultamiento (v. fig. 8.116).

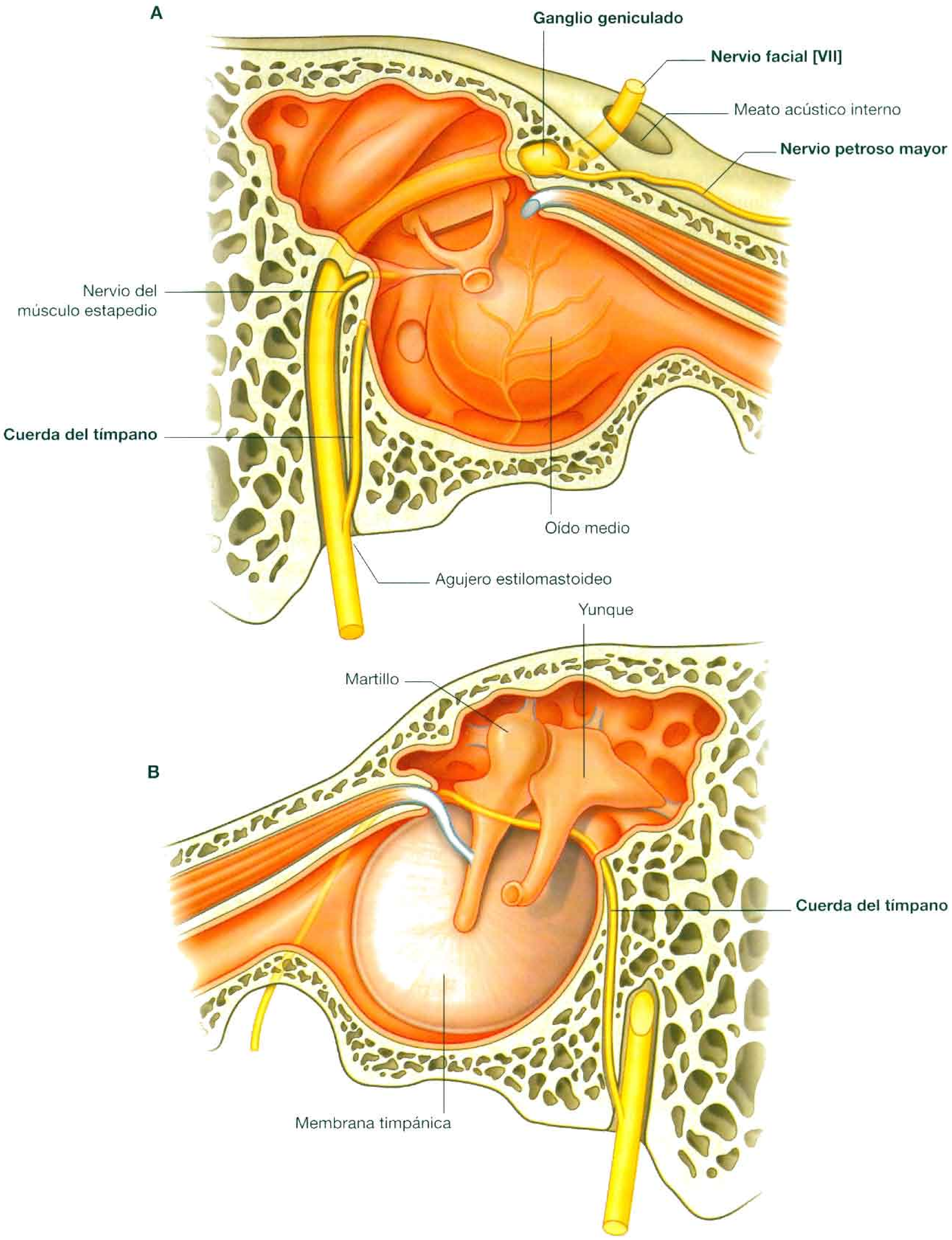


Fig. 8.124 **A.** Nervio facial en el hueso temporal. **B.** Cuerda del tímpano en el hueso temporal.